COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

IMPRIMERIE DE BACHELIER,
rue du Jardinet, 12.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUINZIÈME.

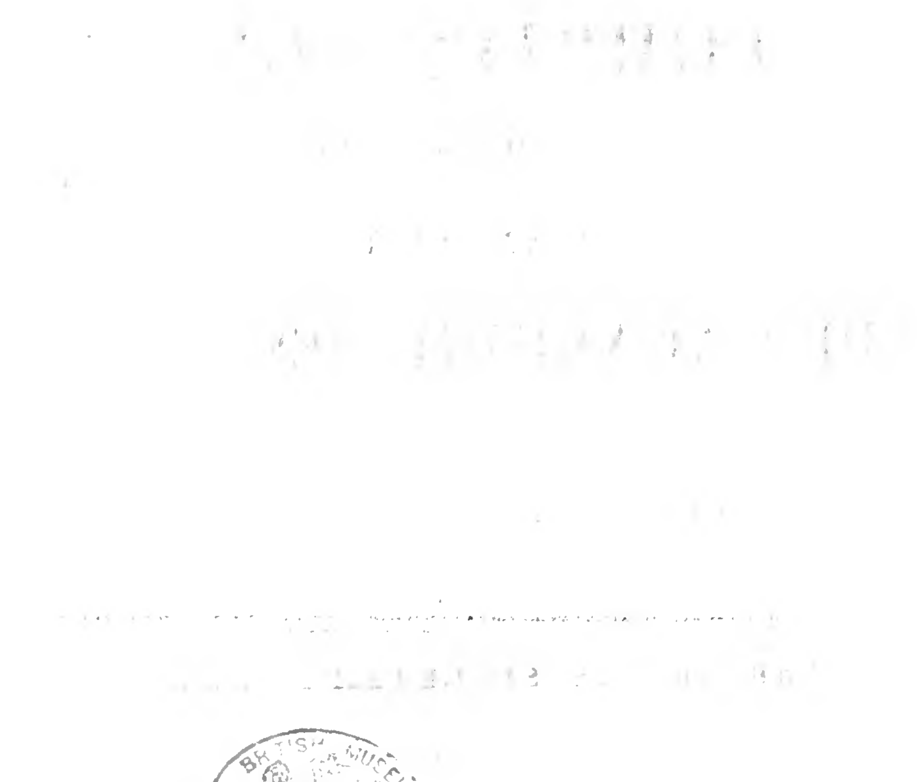
JUILLET—DÉCEMBRE 1842.

PARIS,

BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

QUAI DES AUGUSTINS, N° 55.

1842



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur un phénomène relatif à la communication des mouvements vibratoires; par* M. **Duhamel**.

« Dans son premier Mémoire sur la communication des mouvements vibratoires, M. Savart a fait connaître un phénomène qui lui paraissait très-singulier, mais dont il n'a pas donné l'explication. Il s'est borné à indiquer une cause à laquelle on pouvait, disait-il, l'attribuer; mais il ne s'est pas prononcé d'une manière absolue, et je montrerai d'ailleurs que les choses se passent autrement qu'il ne le supposait. Le Mémoire que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie a pour objet de donner l'explication générale de ce phénomène et d'en soumettre les différentes circonstances à l'analyse mathématique. Je commencerai par extraire du Mémoire de M. Savart le passage suivant, qui fera connaître en quoi consiste le phénomène et comment cet illustre physicien l'envisageait.

« Quand deux verges sont réunies de manière que l'une des deux tombe » perpendiculairement sur l'un des points de l'autre, destiné à être le mi-

» lieu d'une partie vibrante; si l'on excite des ondes longitudinales dans la » première, la seconde deviendra le siége de vibrations transversales.

» Il se présente ici une question très-difficile à résoudre. Comment se » fait-il que des vibrations longitudinales excitées dans une verge très- » courte, vibrations dont le nombre doit être très-considérable dans un » temps donné, et qui devraient produire un son extrêmement aigu, puis- » sent provoquer l'existence de vibrations transversales beaucoup plus » lentes.

» Les circonstances qui accompagnent cette expérience pourront peut- » être jeter quelque jour sur un phénomène si singulier: si l'on place ver- » ticalement l'appareil, et qu'on excite des vibrations transversales dans la » grande verge A, nous avons vu que la petite verge A′ devenait le siége » de vibrations longitudinales; si l'on tient compte de la disposition des » lignes nodales formées par le sable, on remarque que quand on ébranle » directement la petite verge A′ dans le sens longitudinal, ces lignes pren- » nent le même arrangement que dans le premier cas; on pourrait donc » penser que la première série d'ondes excitées directement arrivant contre » la grande verge A est pour elle un mode d'ébranlement quelconque, une » espèce d'archet qui la détermine à osciller suivant que le comportent ses » dimensions; et qu'aussitôt qu'elle est en jeu, elle réagit sur la petite » verge A′, qui devient alors le siége d'ondes dont la longueur est détermi- » née par l'espace que le son parcourt pendant le temps que dure une des » vibrations de la grande verge A; ce qui supposerait par conséquent que » A′ vibrerait toujours à l'unisson avec A, quelque différentes que fussent » les dimensions de ces deux corps. »

» Ainsi le phénomène reconnu par M. Savart consiste en ce qu'une verge adaptée perpendiculairement à une autre, et frottée dans le sens de sa longueur, détermine la seconde à vibrer de la même manière que si on l'ébranlait au moyen d'un archet. Et quant à la manière dont ce résultat est produit, il pense que les ondes excitées dans la première verge, arrivant à la seconde, la mettent en mouvement, comme le ferait tout autre mode d'ébranlement.

» Si les choses se passaient de cette manière, le phénomène serait en effet très-difficile à concevoir et à analyser. Il paraîtrait peu naturel que des vibrations d'une durée et d'une amplitude excessivement petite en produisissent d'autres très-lentes et d'une amplitude beaucoup plus grande.

» Mais les vibrations excitées dans la première verge ne sont pour rien dans ce phénomène qui ne serait nullement altéré, lors même que cette

verge ne serait pas susceptible de vibrer longitudinalement. La véritable cause est la force que produit le frottement dans le sens de la première verge, que l'on peut même supposer entièrement rigide; cette force peut être considérée comme appliquée au point où la petite verge rencontre la grande, et, en l'introduisant, on peut faire abstraction de toute autre cause extérieure. La question revient donc à calculer le mouvement de la seconde verge, à laquelle on adapte une masse égale à celle de la petite en un de ses points mobiles, et qui se trouve sollicitée par une force perpendiculaire à sa longueur.

» Le même phénomène aurait lieu si la première verge était fixée à une corde dont deux points seraient fixes, ou à une surface dont le contour ou seulement plusieurs points seraient immobiles. Le calcul peut être plus compliqué dans un cas que dans l'autre; mais ce qui est le plus important ici, c'est de reconnaître la vraie cause du phénomène, et de montrer à quelle question d'analyse il conduit. Pour s'assurer ensuite si la théorie s'accorde avec l'expérience, on prendra des cas où les calculs pourront s'exécuter complétement et donneront des résultats facilement comparables avec les faits; on remplira ces conditions de la manière la plus simple dans le cas actuel, en supposant la première verge adaptée à une corde fixée à ses deux extrémités.

» C'est en vue de résoudre ce problème que je me suis d'abord occupé du mouvement des cordes chargées de curseurs. Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de communiquer sur ce sujet à l'Académie, j'ai donné à cette question plus d'extension qu'il n'était nécessaire pour l'application que j'avais d'abord l'intention d'en faire; mais les lois auxquelles j'avais été conduit m'avaient paru assez importantes par elles-mêmes pour faire l'objet d'un travail spécial; j'aurai l'occasion d'y renvoyer dans le cours de ce Mémoire.

» L'accord de ces lois et des résultats que l'expérience m'a donnés pour le phénomène qui nous occupe, suffirait pour démontrer la justesse de mon explication : mais on peut obtenir encore de nouvelles confirmations par la considération de circonstances remarquables qui doivent se produire si les choses se passent comme je l'ai indiqué.

» En effet, des raisonnements analogues à ceux qui se trouvent dans mon Mémoire sur l'archet, démontrent que lorsque le corps frottant a toujours une vitesse plus grande que celle de la tige frottée, le mouvement de la corde doit s'arrêter, quoique le frottement soit produit indéfiniment; qu'au contraire, lorsque la corde acquiert à certains instants une vitesse

égale à celle du corps frottant, le mouvement se prolonge indéfiniment; mais que le son peut s'abaisser au-dessous du son fondamental. Or ces deux résultats, annoncés par la théorie, sont pleinement confirmés par l'expérience. Lorsque le mouvement du corps frottant est assez rapide, on voit promptement celui de la corde diminuer et devenir imperceptible; et celle ci s'arrête dans la position où elle serait en équilibre sous l'action d'une force égale au frottement; et de même aussi, lorsque le mouvement du corps frottant est devenu assez lent, on reconnaît un abaissement notable dans le ton.

» On voit donc que le phénomène observé par M. Savart doit se produire, ainsi que plusieurs autres qu'il n'a pas connus, en faisant usage d'une tige entièrement rigide, dans laquelle il ne pourrait se produire de vibrations longitudinales. Les vibrations de la corde ne sont donc pas excitées par celles de la tige, puisqu'elles doivent avoir lieu lors même que celles-ci n'existent pas. Il en résulte même que lorsque la tige est susceptible de vibrer longitudinalement, cette nouvelle circonstance ne peut tendre qu'à troubler entre certaines limites l'effet des autres. La cause à laquelle M. Savart semblait disposé à attribuer le phénomène, serait donc au contraire une de celles qui tendraient à l'empêcher. Mais je ne m'en suis pas tenu à cette vue générale, et j'ai calculé l'effet que produirait sur une corde sa liaison avec une tige qui aurait un mouvement vibratoire connu.

» L'analyse m'a conduit à une proposition qu'on peut énoncer de la manière suivante, en observant qu'une force constante peut toujours être remplacée par un état initial convenable.

» *Lorsqu'une corde, partant d'un état initial quelconque, a l'une de ses extrémités fixe, et l'autre animée d'un mouvement périodique permanent, son mouvement est la superposition de deux autres dont l'un dépend de l'état initial, et l'autre en est indépendant; ce dernier est périodique, et la durée de sa période est la même que celle qui se rapporte à l'extrémité.*

» Cette indication de l'analyse méritait d'être vérifiée par l'expérience. Pour cela j'ai pris une corde tendue par un poids arbitraire, ayant une de ses extrémités fixe, et l'autre attachée à l'un des angles d'une plaque métallique carrée, dans le plan de laquelle la corde était comprise; puis j'ai fait vibrer la plaque de manière à avoir deux lignes nodales parallèles aux côtés et passant par le centre : les angles ont eu le plus grand mouvement possible, ainsi que l'extrémité de la corde; de sorte que les vibrations de tous les points de celle-ci étaient très-sensibles. Pour les déterminer, j'ai employé le moyen dont j'ai souvent fait usage, et que j'avais

imaginé il y a bien des années. J'ai adapté en un point quelconque de la corde une petite lame élastique recourbée en pointe à son extrémité, et d'une masse insensible. La pointe pressait légèrement un plateau de verre recouvert d'une légère couche de fumée, et auquel on donnait un mouvement arbitraire; les vibrations se peignaient ainsi d'une manière parfaitement nette. J'ai de même adapté une seconde lame à l'angle de la plaque, et j'ai pu facilement comparer les nombres de vibrations exécutées dans un même temps par un point quelconque de la corde et par son extrémité, dont le mouvement était identique à celui de l'angle de la plaque. Or voici ce qui résulte de mes observations.

» *Lorsque, dans son état initial, la corde est sensiblement écartée de sa position d'équilibre, le mouvement de ses différents points résulte de la superposition clairement dessinée de deux mouvements partiels : le premier est celui qu'on aurait obtenu d'après l'état initial, en supposant fixes les deux extrémités de la corde; le second est périodique et synchrone avec celui de la plaque ou de l'extrémité mobile. Peu à peu le premier s'affaiblit et finit bientôt par s'anéantir; le second, au contraire, persiste avec la plus grande régularité, aussi longtemps que la plaque elle-même conserve son mouvement. Dans ce mouvement final il se forme des nœuds si la corde a une tension telle que si l'on fixait les extrémités, elle vibrerait moins rapidement que la plaque. Dans le cas contraire il ne s'en forme pas, et quelque rapides que dussent être les vibrations de la corde abandonnée à elle-même avec ses extrémités fixes, celles qui ont lieu ont toujours la même période que celles de la plaque, et les choses se passent comme si la corde était prolongée et que le premier nœud fût au-delà de l'extrémité mobile.*

» Les prévisions de l'analyse ont donc été complétement vérifiées.

» Il suit de là que si, dans l'expérience de M. Savart, la corde était mise en mouvement par les vibrations longitudinales excitées dans la petite tige, chacune de ses parties se trouverait dans les circonstances que nous venons d'étudier, et par conséquent exécuterait des vibrations de même durée que celles de la tige, c'est-à-dire très-différentes de celles qu'indique l'observation. Ainsi ce phénomène, que nous avons si naturellement et si complétement expliqué et calculé, ne peut qu'être troublé par la cause que lui assignait notre illustre confrère. Cette cause ne pourrait, du reste, le modifier que d'une quantité insensible, vu la petitesse de l'amplitude des vibrations longitudinales de la tige, comparativement aux vibrations transversales de la corde. Enfin on peut ajouter que cette cause si minime n'existe même pas toujours; car il ne suffit pas de frotter une tige pour la faire vibrer,

il faut y déterminer d'abord des points immobiles, destinés à devenir des nœuds de vibration, ce qui ne se fait pas dans l'expérience que nous discutons : et par conséquent il y a lieu de croire que le plus ordinairement les vibrations longitudinales, dont l'effet serait insensible, n'existent même pas réellement dans la tige frottée.

» Pour épuiser en quelque sorte l'analyse de cette partie du phénomène, j'ai cherché à produire effectivement des vibrations longitudinales dans la tige et à déterminer le mouvement résultant de la corde. Mais, pour obtenir ce résultat, il fallait faire l'expérience autrement que M. Savart, et rendre immobiles certains points de cette tige. A cet effet j'ai fixé son milieu seulement, pour que ses mouvements fussent plus perceptibles, et j'y ai excité immédiatement des vibrations longitudinales accompagnées d'un son très-pur, propre par lui seul à les faire reconnaître. La corde s'est trouvée dans le même cas que nous avons examiné tout à l'heure en considérant une corde dont une extrémité était mise en mouvement par les vibrations d'une plaque, et l'expérience a donné des résultats analogues; seulement les mouvements de la corde produits par les vibrations de la tige avaient, comme celles-ci, une amplitude très-petite; mais il était très-facile de compter les nombres des vibrations exécutées de part et d'autre dans un même temps, et de reconnaître leur parfaite égalité.

» Il résulte de là que *des vibrations longitudinales excitées dans la tige produisent des vibrations transversales synchrones dans la corde, quelle que soit sa longueur, ainsi que sa masse et celle de la tige, et que par conséquent elles ne sont pour rien dans le phénomène que nous étudions.*

» Le mouvement de la corde étant connu, il reste à déterminer celui de la verge, et comme elle est supposée susceptible de condensation et de dilatation, le calcul de ses vibrations présente une question assez délicate à résoudre. Il s'agit alors de *déterminer le mouvement des différents points d'une verge élastique dont une extrémité est animée d'un mouvement connu dirigé dans le sens de sa longueur, et dont l'amplitude est incomparablement plus grande que celle des vibrations longitudinales dont cette verge peut être le siége.* La solution de cette question pourrait facilement donner lieu à des méprises, et peut sembler au premier abord plus facile qu'elle ne l'est réellement; je l'ai obtenue au moyen d'une méthode générale que j'ai fait connaître, il y a longtemps, dans mon Mémoire sur les vibrations d'un système de points matériels.

» J'ai été conduit ainsi à reconnaître deux espèces de vibrations longitudinales dans la verge : les unes ont la même période que celles de la corde,

et les autres ont pour période celle des vibrations de cette verge dont on fixerait une extrémité en laissant l'autre libre; elles seraient produites en partant d'un certain état initial et abandonnant la verge à elle-même. Si, comme nous le supposons ici, la verge a une petite longueur, ces dernières seront très-rapides, et les points où le sable répandu sur leur face horizontale supérieure se réunirait seraient très-rapprochés. Il n'en sera pas de même des vibrations beaucoup plus lentes de la première espèce: elles donneront pour le sable des points de repos plus distants; et comme les mouvements qui les déterminent auront plus d'amplitude, l'accumulation du sable ne sera réellement due qu'à ces vibrations, synchrones avec celles de la corde.

» Or, c'est aussi ce que l'expérience a donné à M. Savart; et il n'a pu reconnaître que cette seule espèce de vibrations. Il aurait fallu un mode d'expérimentation plus délicat pour distinguer l'autre espèce de mouvement indiqué par le calcul.

» Le Mémoire dont je viens de donner l'analyse offre un nouvel exemple des mouvements vibratoires produits par le frottement. C'est dans mon Mémoire sur la théorie de l'archet que j'ai introduit pour la première fois cette force dans l'acoustique, et cette considération était essentielle pour l'intelligence de phénomènes jusqu'alors inexpliqués. Les physiciens expérimentateurs verront sans doute avec plaisir cette nouvelle application de l'analyse, qui non-seulement a conduit à l'explication complète de phénomènes dont ils ne s'étaient pas rendu compte, mais qui en a fait prévoir d'autres que l'expérience a pleinement confirmés. Ils y verront, je l'espère, quelques raisons nouvelles de reconnaître le double caractère de l'analyse, dont l'objet n'est pas seulement d'expliquer et mesurer les faits connus, et les renfermer dans les lois générales, mais d'en découvrir auxquels on ne songeait pas et pour lesquels l'expérience n'est plus qu'un moyen de vérification. »

Notices pour servir à la monographie du genre Musaraigne, Sorex Cuv.; *par* M. Duvernoy; 1re partie, *comprenant l'histoire naturelle systématique ou classique du genre et des quinze espèces figurées dans ces Notices.* (Extrait par l'auteur.)

« L'auteur, après avoir fait sentir toute l'importance de l'étude approfondie d'un genre de mammifères, à la fois très-naturel et cosmopolite,

soumis conséquemment, dans les principales parties du monde, aux influences climatériques les plus variées, communique à l'Académie un résumé de la première partie de ces *Notices*, qui concerne l'histoire naturelle systématique ou classique de ce genre intéressant.

» Le § Ier de cette première partie comprend une *introduction historique* sur les travaux qui ont précédé ou suivi les propres publications de l'auteur, antérieures à celle d'aujourd'hui; il mentionne entre autres, dans cette introduction, les Mémoires de Daubenton, de MM. Geoffroy-Saint-Hilaire père et fils et de M. de Blainville, parmi ceux des membres de l'Académie.

» Ce paragraphe est terminé par les réflexions suivantes :

» On ne trouve que des Musaraignes propres dans le genre *Sorex*, te que l'ont circonscrit MM. Geoffroy père et fils, dans les Mémoires déjà cités de 1811 et 1827; Desmarest, dans sa *Mammalogie*, publiée en 1820; et M. Fischer, dans son *Synopsis mammalium*, qui est de 1829.

» Mais plusieurs de ces espèces, qui sont au nombre de vingt dans ce dernier ouvrage, n'ont pas été généralement admises, comme suffisamment distinctes.

» Leur description différentielle restait dans le vague, pour avoir été prise de caractères trop variables. Cela peut se dire surtout des treize espèces nommées et caractérisées par *Wagler*, qui se réduisent à trois anciennement connues, selon l'observation qu'en a faite M. Nathusius.

» Le § II est un résumé des publications précédentes de l'auteur sur le même sujet.

» L'exemple, dit-il, que nous avons cité à la fin du paragraphe précédent, de l'état d'imperfection dans lequel se trouvait encore la science en 1832, relativement aux moyens de caractériser les espèces de Musaraignes de l'Europe seulement, montre combien il était nécessaire de chercher des caractères exacts et faciles à exprimer, pour conduire à la distinction précise des espèces de ce genre.

» C'est ce que j'ai tenté de faire dans trois publications précédentes.

» La première a été communiquée à la Société du *Muséum d'Histoire naturelle de Strasbourg*, dans ses séances des 17 juin et 2 décembre 1834, et à la réunion des naturalistes à Stuttgart, le 20 septembre de la même année; mais elle n'a été imprimée qu'en 1835, sous le titre de *Fragments d'Histoire naturelle systématique et physiologique sur les Musaraignes* parmi les Mémoires de la Société que je viens de mentionner. La second publication ne concerne que le *Sorex alpinus*, SCHINTZ, dont j'ai fait con

naître plus particulièrement le système de dentition (1); elle a été communiquée à la même Société le 17 novembre 1835. Enfin, au mois de janvier 1838, j'ai lu à cette Société un supplément aux deux précédentes communications.

» J'ai montré, dans ces Mémoires ou Notes, que les différences que présentent les dents, autres que les vraies molaires, peuvent fournir des caractères suffisants pour distinguer facilement et pour séparer en trois groupes ou sous-genres, non-seulement les espèces de Musaraignes d'Europe, mais encore toutes celles de l'ancien continent.

» Le *supplément* dont je viens de parler donne un premier exemple de cette distribution des Musaraignes d'Europe, d'Afrique et d'Asie dans ces trois groupes sous-génériques.

» La caractéristique que j'ai fait connaître des trois types de dentition qui s'y rapportent, a été admise presque immédiatement, avec ma manière de les démontrer par des figures, dans un travail remarquable sur les Musaraignes d'Angleterre, publié par le révérend M. Jenyns (2).

» M. *de Sélys-Longchamps* s'en est également servi avec les mêmes expressions, dont il a eu soin de citer la source (3).

» Enfin M. *A. Wagner*, dans la suite des mammifères de *Schreber*, l'ouvrage le plus complet qui paraisse en ce moment sur l'histoire naturelle classique des mammifères, a adopté, en me citant, ma manière de voir sur la circonscription de ces trois groupes et des espèces qui doivent s'y rapporter, entre autres sur les limites de mon sous-genre *Sorex* (*Crocidura* WAGL.) qui n'a plus, comme dans *Wagler*, seulement trois petites dents intermédiaires (désignées ici sous le nom de *molares spurii*), mais trois ou quatre.

» Dans le § III, l'auteur expose, ainsi qu'il suit, la substance du Mémoire actuel.

» Le but restreint des Notices actuelles est encore d'éclairer la connaissance des espèces du genre *Sorex* (Cuv.), et de montrer, d'une manière encore plus explicite et plus détaillée que dans mes précédentes publica-

---

(1) Séance de la *Société d'Histoire naturelle de Strasbourg* du 17 novembre 1835, et journal *l'Institut*, année 1836, p. 71.

(2) *Sur la dentition et les autres caractères des Musaraignes de la Grande-Bretagne, d'après les récentes recherches de M. Duvernoy sur la structure de ce genre*; par le révérend Léonard *Jenyns*. (*Magazine of Zoology and Botany*, by sir W. *Jardine*, P.J. *Selby* and Dr *Johston*, vol. II. London, 1838.)

(3) Études de *Micromammalogie*. Paris, 1839.

tions, jusqu'à quel point l'étude des dents des mammifères peut fournir de bons caractères de classification, pour distinguer leurs groupes naturels. C'est donc à la fois un travail *monographique* et de *principes de classification des mammifères,* dans lequel j'ai cherché à perfectionner mes trois publications précédentes. Celle d'aujourd'hui comprend les descriptions détaillées de quinze espèces.

» Ces descriptions, accompagnées de figures faites d'après nature, représentent encore le système de dentition de la plupart de ces espèces.

» Il y en a trois de l'Amérique septentrionale; ce sont :

» 1°. Les *Sorex brevicaudus,* SAY;

» 2°. *Harlani,* NOB.;

» 3°. *Lesueurii,* NOB.

» Elles ont été recueillies toutes trois, en 1834, par mon ami Lesueur, dans la vallée du Wabasch, non loin de son embouchure dans l'Ohio.

» Deux de ces espèces sont de l'Afrique méridionale :

» 4°. Les *Sorex cyaneus,* NOB.;

» 5°. *Herpestes,* NOB.

» Les exemplaires d'après lesquels nous avons caractérisé ces deux espèces et le *Sorex Sonneratii,* proviennent d'une collection de mammifères de l'Afrique méridionale et de l'Inde, rapportée en 1837 par les frères Verreaux.

» Nos descriptions comprennent encore celle

» 6°. D'une variété du *Sorex Sonneratii,* Is. GEOFF.-SAINT-HIL., faite d'après un exemplaire de Java.

» Un autre exemplaire de la même espèce, originaire de l'île Maurice, nous a servi, avec le précédent, à bien caractériser cette espèce et à la distinguer du *Sorex giganteus,* Is. GEOFF., et du *Sorex crassicaudus,* LICHT.

» Ces Notices font connaître une nouvelle espèce de la presqu'île de l'Inde, remarquable par ses très-petites dimensions.

» 7°. Le *Sorex Perrottetii,* NOB., recueilli par M. Perrottet, sur les Nil-Gerrhies, à 2600 mètres au-dessus du niveau de la mer.

» L'exemplaire de cette espèce m'a été remis, avec une grande obligeance, par M. Guérin-Méneville, qui savait que je cherchais, depuis plusieurs années, à réunir les matériaux d'une monographie de ce genre.

» Nous avons encore décrit et figuré

» 8°. Le *Sorex giganteus,* Is. GEOFF.;

» Et 9°. le *Sorex crassicaudus,* LICHT.,

d'après des exemplaires découverts pour la première fois par le voyageur

W. Schimper, dans la haute Égypte, lesquels sont parvenus au musée de Strasbourg, déjà en 1837. Pour faire sentir tout l'intérêt de la découverte de M. W. Schimper, nous rappellerons que notre grande expédition n'avait aperçu en Égypte aucune Musaraigne; que l'espèce appelée *crassicaudus* par M. Lichstenstein avait été trouvée dans la basse Égypte seulement par MM. Ehrenberg et Hemrich; que les grandes momies de Musaraignes, attribuées au *Sorex giganteus*, étaient supposées provenir d'individus que les anciens Égyptiens allaient chercher dans l'Inde; ou bien l'on était forcé de conjecturer que l'espèce vivant en Égypte, à cette époque reculée, avait disparu de cette contrée; ou bien encore que ces momies appartenaient au *S. crassicaudus* seulement, ainsi que M. Ehrenberg a cru pouvoir l'établir.

» L'existence des *Sorex crassicaudus* et *giganteus* dans la haute Égypte, constatée par M. Schimper, fera comprendre en même temps toute l'importance des caractères pris dans les dents, indiqués dans notre travail, qui pourront servir dorénavant à bien distinguer, même dans les momies, le *Sorex giganteus*, Is. Geoff.; le *Sorex Sonneratii*, Is. Geoff., et le *Sorex crassicaudus*, Licht.

» Parmi les espèces d'Europe, nous avons cru devoir publier de nouvelles figures et une nouvelle description,

» 10°. Du *Sorex araneus*;

» Et 11°. du *Sorex leucodon*, afin de montrer que ces deux espèces ne doivent pas être confondues.

» 12°. Le *Sorex pygmæus*, découvert en Alsace, est une acquisition récente pour la *Faune française*. Nous avons profité des exemplaires que nous avons reçus des environs de Strasbourg, pour décrire de nouveau et faire figurer cette espèce. Enfin on trouvera dans ces Notices de nouveaux renseignements ou de nouvelles figures concernant

» 13°. Les *S. alpinus*, Schintz;

» 14°. *S. fodiens*, Pallas; *Daubentonii*, Erxl.; ou *carinatus*, Herm.;

» 15°. Et le *S. etruscus*, déjà très-bien décrit par M. *Savi*, sauf pour le système de dentition, qui a été figuré, en premier lieu, dans le travail déjà cité de M. de Blainville (1).

» Grâce à M. Lesueur, qui m'a mis à même d'étudier, sinon toutes les

(1) Voir encore les *Annales françaises et étrangères d'Anatomie et de Physiologie*, t. II, pl. I, fig. 4.

espèces indiquées dans les ouvrages divers sur les animaux de l'Amérique du nord, du moins trois espèces qu'il a recueillies, ainsi que je l'ai déjà annoncé, dans l'état d'Indiana, j'ai dû me convaincre que deux de ces espèces ont un quatrième type de dentition, intermédiaire entre ceux de mes *Amphisorex* et de mes *Hydrosorex*.

» Je décris ce type nouveau dans le Mémoire actuel, et je rapporte conséquemment à quatre types différents, caractères d'autant de sous-genres, les modifications que présente le système de dentition des espèces de Musaraignes, de toutes les parties du monde, que j'ai pu étudier.

» L'ouvrage classique sur *les dents des mammifères* de mon ami Frédéric *Cuvier,* dont les fondements ont été jetés, il y a près de quarante années, dans un travail que nous nous étions partagé, le *Catalogue des Squelettes du Musée d'Anatomie comparée du Jardin-des-Plantes,* a sans doute fait faire à la caractéristique des familles et des genres de mammifères des progrès remarquables, en ouvrant une nouvelle voie généralement appréciée.

» Mais, pour s'y diriger avec la certitude de ne pas s'égarer, il faut que des observations multipliées viennent apprendre à mesurer, à leur juste valeur, non-seulement toutes les différences que peuvent présenter les dents dans leurs espèces, leur nombre, leur forme, leurs proportions et leur structure; mais encore à saisir leurs rapports avec des différences correspondantes dans le reste de l'organisme.

» Je me suis efforcé de montrer un exemple de ce genre de travail dans l'étude minutieuse et, j'ose le dire, approfondie, des dents des Musaraignes, que j'ai commencée en 1834, et que j'ai suivie dès lors avec persévérance.

» Voici quelques-uns des corollaires qu'on peut en déduire et qui sont applicables, jusqu'à un certain point, à toute la classe :

» 1°. *Toutes les différences de nombre, de forme et de volume dans les trois espèces de dents sont loin de pouvoir servir à caractériser des groupes génériques* ou *sous-génériques.* On ne doit les employer, dans certains cas, que comme de bons caractères spécifiques.

» C'est un principe que je crois avoir établi dans mes précédents Mémoires et dont celui-ci montre plusieurs applications utiles.

» 2°. *Une dent rudimentaire de plus ou de moins, n'ayant aucune influence fonctionnelle, ne peut servir à caractériser un de ces groupes génériques ou sous-génériques,* sans une autre modification organique correspondante. Cette circonstance seule n'est propre qu'à distinguer tout au plus les

espèces d'une section dans un sous-genre, ainsi que nous l'avons fait pour les *Sorex* propres.

» 3°. *La ressemblance de toutes les petites dents intermédiaires des Musaraignes qui suivent l'incisive supérieure principale, y compris la dernière, qui pourrait passer pour une canine, à cause de sa position, est une nouvelle preuve qu'il serait difficile de distinguer par la forme, dans tous les cas, les incisives des canines, et que ces deux espèces de dents ont la plus grande analogie chez les mammifères carnassiers.*

» 4°. En ne considérant que la forme et le volume des incisives moyennes supérieures des Musaraignes, on croirait voir des canines dont la position serait intervertie.

» Cette circonstance semble indiquer qu'il peut y avoir une sorte de développement inverse ou de balancement dans le volume relatif des incisives et des canines, et confirme le rapport des unes et des autres.

» 5°. C'est dans le nombre et la forme des vraies molaires de chaque mâchoire; dans le nombre, la forme générale, le grand volume et la disposition de leurs incisives moyennes, que nous avons trouvé le principal caractère de ce genre naturel, caractère dont l'importance correspond à celle de la fonction de ces espèces de dents.

» 6°. Au contraire, les dents les plus variables dans leur forme, leur nombre et leurs proportions relatives, sont celles dont le volume est tellement réduit, qu'elles sont, pour ainsi dire, ravalées au moindre degré fonctionnel. Les petites dents intermédiaires de la mâchoire supérieure des Musaraignes nous en ont fourni un exemple remarquable.

» 7°. Une légère complication dans la seconde fausse molaire de la mâchoire inférieure, dans une espèce de *Sorex propre*, où cette complication est une exception, tandis qu'elle est un caractère des trois autres sous-genres; et sa coïncidence avec des conques auditives à demi couvertes, à peu près comme celles de mes Amphisorex, montre que l'on peut tirer de bons caractères indicateurs des changements de forme, en apparence peu importants, qu'éprouve quelquefois cette espèce de dents.

» J'ai cru qu'il ne serait pas inutile, à l'occasion de ce Mémoire, d'exposer les principes de classification ayant pour but une juste appréciation de toutes les modifications que présente le système de dentition des mammifères.

» Cette tendance est conforme d'ailleurs, si je ne me trompe, à celle que montre de son côté M. de Blainville et qu'il poursuit avec persévérance, et aux résultats remarquables, qu'il fait connaître au public, dans les livraisons successives de son *Ostéographie.*»

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur l'emploi du nouveau calcul appelé calcul des limites, dans l'intégration d'un système d'équations différentielles;* par M. A. CAUCHY.

§ I^er. *Considérations générales.*

« Soit donné, entre la variable indépendante t et les inconnues

$$x,\ y,\ z,\ldots,$$

un système d'équations différentielles de la forme

$$(1)\qquad D_t x = X,\quad D_t y = Y,\quad D_t z = Z,\ldots,$$

X, Y, Z,... désignant des fonctions connues de

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t.$$

Soient d'ailleurs

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots$$

les valeurs nouvelles qu'acquièrent les inconnues

$$x,\ y,\ z,\ldots$$

quand la variable t acquiert une valeur nouvelle désignée par τ. Lorsqu'on remplacera

$$x \text{ par } \xi,\quad y \text{ par } \eta,\quad z \text{ par } \zeta,\ldots,$$

une fonction donnée

$$(2)\qquad R = F(x,\ y,\ z,\ldots)$$

des inconnues x, y, z,... acquerra elle-même une valeur nouvelle représentée par

$$F(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots);$$

et, si cette valeur nouvelle est développable par la formule de Taylor en série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de $\tau - t$, on aura

$$(3)\quad F(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots) = R + \frac{\tau - t}{1} D_t R + \frac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 R + \ldots$$

Si dans l'équation (2) on remplace successivement la fonction $F(x)$ par chacune des inconnues

$$x,\ y,\ z,\ldots,$$

on obtiendra les formules

$$(4)\qquad \begin{cases} \xi = x + \dfrac{\tau - t}{1} D_t x + \dfrac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 x + \ldots, \\ \eta = y + \dfrac{\tau - t}{1} D_t y + \dfrac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 y + \ldots, \\ \zeta = z + \dfrac{\tau - t}{1} D_t z + \dfrac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 z + \ldots, \end{cases}$$

qui représenteront les intégrales des équations (1), toutes les fois que les séries

$$(5)\qquad \begin{cases} x,\ \dfrac{\tau - t}{1} D_t x,\ \dfrac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 x,\ldots, \\ y,\ \dfrac{\tau - t}{1} D_t y,\ \dfrac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 y, \\ \text{etc.} \end{cases}$$

seront convergentes. C'est du moins ce que l'on peut aisément démontrer à l'aide d'un théorème général que j'ai donné sur le développement des fonctions en séries. Donc, pour établir l'existence des intégrales générales des équations (1), il suffira de prouver qu'on peut attribuer à $\tau - t$ un module assez petit pour rendre convergentes les séries (5), toutes comprises dans la série plus générale

$$(6)\qquad R,\ \frac{\tau - t}{1} D_t R,\ \frac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 R,\ldots$$

Donc, si l'on désigne par ι le module de $\tau - t$, et par

$$\mathfrak{z}_0,\quad \mathfrak{z}_1,\quad \mathfrak{z}_2,\ldots$$

des limites supérieures aux modules des quantités

$$R,\ \frac{1}{1} D_t R,\ \frac{1}{1.2} D_t^2 R,\ldots,$$

il suffira de prouver que le module ι peut devenir assez petit pour rendre

convergente la série

$$(7) \qquad \mathfrak{Z}_0, \quad \mathfrak{Z}_1 t, \quad \mathfrak{Z}_2 t^2, \ldots$$

» Observons maintenant qu'en vertu de la formule (2), jointe aux équations (5), on aura

$$(8)\left\{\begin{array}{l} D_t R = D_x F(x, y, z, \ldots)\, D_t X + D_y F(x, y, z, \ldots)\, D_t Y + \ldots, \\ D_t^2 R = D_x^2 F(x, y, z, \ldots)(D_t X)^2 + D_y^2 F(x, y, z, \ldots)(D_t Y)^2 + \ldots \\ \qquad + 2 D_x D_y F(x, y, z, \ldots) . D_t X\; D_t Y + \ldots \\ \qquad + D_x F(x, y, z, \ldots)\, D_t^2 X + D_y F(x, y, z, \ldots) D_t^2 Y + \ldots, \\ \text{etc.,} \end{array}\right.$$

en sorte que la valeur générale de $D_t^n R$ se composera de termes dont chacun sera le produit d'un nombre entier par les dérivées partielles de divers ordres des fonctions

$$X, \; Y, \; Z, \ldots, \; F(x, y, z, \ldots)$$

ou par des puissances de ces dérivées. Cela posé, soient

$$\mathrm{x}, \; \mathrm{y}, \; \mathrm{z}, \ldots, \; \mathrm{t}$$

les modules d'accroissements imaginaires, attribués aux quantités variables

$$x, \; y, \; z, \ldots, \; t,$$

et tellement choisis que, pour ces modules, ou pour des modules plus petits, les fonctions

$$X, \; Y, \; Z, \ldots, \; F(x, y, z, \ldots),$$

modifiées en vertu de ces accroissements, restent continues par rapport aux arguments et aux modules des accroissements dont il s'agit. Soient encore

$$\mathfrak{X}, \; \mathfrak{Y}, \; \mathfrak{Z}, \ldots, \; \mathfrak{R}$$

les plus grands modules des fonctions

$$X, \; Y, \; Z, \ldots, \; R = F(x, y, z, \ldots)$$

correspondants aux modules

$$\mathrm{x},\ \mathrm{y},\ \mathrm{z},\ldots,\ \mathrm{t}$$

des accroissements imaginaires attribués aux variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t.$$

En vertu du théorème établi dans la séance précédente, pour obtenir des limites

$$\mathfrak{I}_0,\ \mathfrak{I}_1,\ \mathfrak{I}_2,\ldots,$$

respectivement supérieures aux modules des quantités

$$\mathrm{R},\ \frac{1}{1}\mathrm{D}_t\mathrm{R},\ \frac{1}{1.2}\mathrm{D}_t^2\mathrm{R},\ldots,$$

il suffira de calculer ces quantités dans le cas particulier où l'on a

$$(9)\quad \begin{cases} \mathrm{X} = ax^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots t^{-1}, \quad \mathrm{Y} = bx^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots t^{-1}, \\ \mathrm{Z} = cx^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots t^{-1}, \text{ etc.}, \end{cases}$$

$$(10)\quad \mathrm{R} = \mathrm{K}x^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots,$$

$a, b, c,\ldots$ désignant des facteurs constants, puis d'attribuer aux variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

et aux constantes

$$a,\ b,\ c,\ldots,\ \mathrm{K}$$

les valeurs que détermine le système des formules

$$(11)\quad \begin{cases} x = -\mathrm{x}, \quad y = -\mathrm{y}, \quad z = -\mathrm{z}, \quad \ldots, \quad t = -\mathrm{t}, \\ \mathrm{X} = \mathfrak{X}, \quad \mathrm{Y} = \mathfrak{Y}, \quad \mathrm{Z} = \mathfrak{Z}, \quad \ldots\ldots, \quad \mathrm{R} = \mathfrak{R}, \end{cases}$$

jointes aux équations (9) et (10). D'ailleurs, pour déduire la série (7) de la série (6), il suffira de joindre aux formules (11) la suivante

$$(12)\quad \tau - t = \iota;$$

et dans le cas particulier que l'on considère, la série (6) ne cessera pas de représenter le développement de

$$\mathrm{F}(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots),$$

correspondant aux valeurs de $\xi, \eta, \zeta, \ldots$ que fournit l'intégration des équations (1). Enfin, si le module ι de $\tau - t$ est assez petit pour que la série (7) soit convergente, il rendra convergente à plus forte raison la série (6). Donc, pour établir l'existence des intégrales générales des équations (1), et même pour obtenir une limite en deçà de laquelle la différence $\tau - t$ puisse varier sans que les intégrales cessent d'être développables en séries convergentes ordonnées suivant les puissances entières de cette différence, il suffit d'intégrer le système des équations auxiliaires

$$(13) \quad \left\{ \begin{array}{l} D_t x = a x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots t^{-1}, \quad D_t y = b x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots t^{-1}, \\ \qquad D_t z = c x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots t^{-1}, \ldots \end{array} \right.$$

» Si les fonctions

$$X, \; Y, \; Z, \ldots$$

ne renfermaient pas la variable t, alors, dans les valeurs de ces fonctions que déterminent les formules (9), on devrait évidemment supprimer le facteur t^{-1}. Donc alors les formules (9) deviendraient

$$(14) \quad X = a x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots, \quad Y = b x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots, \quad Z = c x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots, \text{etc.},$$

et les équations (13) se réduiraient aux suivantes

$$(15) \quad D_t x = a x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots, \quad D_t y = b x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots, \quad D_t z = c x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots, \text{etc.}$$

§ II. *Intégration des équations auxiliaires.*

» Considérons le système des équations auxiliaires

$$(1) \quad D_t x = a x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots t^{-1}, \; D_t y = b x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots t^{-1}, \; D_t z = c x^{-1} y^{-1} z^{-1} \ldots t^{-1},$$

dans lesquelles $a, b, c, \ldots$ désignent des quantités constantes. On en tirera

$$(2) \qquad \frac{D_t x}{a} = \frac{D_t y}{b} = \frac{D_t z}{c} = \ldots,$$

puis, en intégrant la formule (2), et désignant par

$$\xi, \; \eta, \; \zeta, \ldots, \; \tau$$

un nouveau système de valeurs correspondantes des quantités variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

on trouvera

$$(3)\qquad \frac{x-\xi}{a}=\frac{y-\eta}{b}=\frac{z-\zeta}{c}=\ldots$$

» Concevons maintenant que l'on représente la valeur commune de chacun des rapports qui constituent les divers membres de la formule (3), par la lettre υ, ou même par le rapport

$$\frac{\upsilon}{\mathrm{k}},$$

k désignant une constante nouvelle que l'on pourra choisir arbitrairement. Alors la formule

$$(4)\qquad \frac{x-\xi}{a}=\frac{y-\eta}{b}=\frac{z-\zeta}{c}=\ldots=\frac{\upsilon}{\mathrm{k}}$$

donnera

$$(5)\qquad x=\xi+\frac{a}{\mathrm{k}}\upsilon,\quad y=\eta+\frac{b}{\mathrm{k}}\upsilon,\quad z=\zeta+\frac{c}{\mathrm{k}}\upsilon,\ldots;$$

et de ces dernières équations, combinées avec la formule (2), on conclura

$$\mathrm{D}_t\upsilon=\mathrm{k}x^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots t^{-1},$$

ou, ce qui revient au même,

$$(6)\qquad \frac{dt}{t}=xyz\ldots\frac{d\upsilon}{\mathrm{k}};$$

puis, en intégrant les deux membres de la formule (6), après avoir substitué à $x, y, z, \ldots$ leurs valeurs tirées des formules (5), on trouvera

$$(7)\qquad \mathrm{l}\left(\frac{t}{\tau}\right)=\int_0^{\upsilon}\left(\xi+\frac{a}{\mathrm{k}}\theta\right)\left(\eta+\frac{b}{\mathrm{k}}\theta\right)\ldots\left(\zeta+\frac{c}{\mathrm{k}}\theta\right)\frac{d\theta}{\mathrm{k}}.$$

Ainsi les intégrales des équations auxiliaires se trouvent représentées par les formules (5), la valeur de υ étant déterminée par la formule (7). On pourrait, dans ces formules, réduire la constante k à l'unité; mais, pour rendre plus faciles les applications qu'il s'agit d'en faire, il sera mieux de ne pas supposer $\mathrm{k}=1$.

« Si les équations auxiliaires se réduisaient aux suivantes

$$(8)\ D_t x = ax^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots,\quad D_t y = bx^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots,\quad D_t z = cx^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots,\ \text{etc.},$$

alors le premier membre de la formule (6) se réduirait simplement à la différentielle dt, et, à la place de l'équation (7), on obtiendrait celle-ci

$$(9)\qquad t-\tau=\int_0^{\varepsilon}\left(\xi+\frac{a}{k}\theta\right)\left(\eta+\frac{b}{k}\theta\right)\ldots\left(\zeta+\frac{c}{k}\theta\right)\frac{d\theta}{k}.$$

§ III. *Conséquences des formules établies dans les paragraphes précédents.*

» Dans le cas particulier où le système des équations différentielles données se réduit au système des équations auxiliaires, et où l'on suppose en outre

$$R = F(x,y,z,\ldots) = Kx^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots,$$

non-seulement on a, en vertu des formules (4) du § II,

$$(1)\qquad \xi = x-\frac{a}{k}\varepsilon,\quad \eta = y-\frac{b}{k}\varepsilon,\quad \zeta = z-\frac{c}{k}\varepsilon,\ldots,$$

la valeur de ε étant déterminée par la formule (7) du même paragraphe, qui peut être réduite à

$$l\left(\frac{t}{\tau}\right)=\int_0^{\varepsilon}\left[x+\frac{a}{k}(\theta-\varepsilon)\right]\left[y+\frac{b}{k}(\theta-\varepsilon)\right]\ldots\frac{d\theta}{k},$$

ou, ce qui revient au même, à

$$(2)\qquad l\left(\frac{t}{\tau}\right)=\int_0^{\varepsilon}\left(x-\frac{a}{k}\theta\right)\left(y-\frac{b}{k}\theta\right)\ldots\frac{d\theta}{k};$$

mais aussi on a de plus

$$F(\xi,\eta,\zeta,\ldots)=K\xi^{-1}\eta^{-1}\zeta^{-1}\ldots,$$

et par conséquent, eu égard aux formules (1),

$$(3)\quad F(\xi,\eta,\zeta,\ldots)=K\left(x-\frac{a}{k}\varepsilon\right)^{-1}\left(y-\frac{b}{k}\varepsilon\right)^{-1}\left(z-\frac{c}{k}\varepsilon\right)^{-1}\ldots$$

Cela posé, concevons que, dans le cas général où les équations différen-

tielles et la fonction $F(x, y, z,\ldots)$ offrent des formes quelconques, on construise la série

$$(4) \qquad R, \quad \frac{\tau - t}{1} D_t R, \quad \frac{(\tau - t)^2}{1.2} D_t^2 R, \ldots,$$

qui, d'après la formule de Taylor, devrait représenter le développement de

$$F(\xi, \eta, \zeta,\ldots)$$

suivant les puissances ascendantes de $\tau - t$. Pour obtenir une autre série

$$(5) \qquad \mathfrak{S}_0, \quad \mathfrak{S}_1 \iota, \quad \mathfrak{S}_2 \iota^2,$$

dont les différents termes soient respectivement supérieurs aux modules des termes de la série (4), il suffira, en vertu des principes établis dans le § I^er^, de développer suivant les puissances ascendantes de ι, la valeur $\mathfrak{s}$ de $F(\xi, \eta, \zeta,\ldots)$ que détermine la formule (3), jointe à l'équation (2), après avoir substitué aux quantités

$$x, y, z,\ldots, t, \tau, \quad a, b, c,\ldots, K$$

leurs valeurs tirées des formules (9), (10), (11), (12) du § I^er^. Or, si l'on choisit la constante k de manière que l'on ait

$$(-\mathrm{x})(-\mathrm{y})(-\mathrm{z})\ldots(-\mathrm{t}) = -\mathrm{k},$$

les formules (9), (10), (11), (12) du § I^er^ donneront, non-seulement

$$x = -\mathrm{x}, \quad y = -\mathrm{y}, \quad z = -\mathrm{z},\ldots, t = -\mathrm{t}, \quad \tau = \iota - \mathrm{t},$$

et par suite

$$\frac{\tau}{t} = 1 - \frac{\iota}{\mathrm{t}},$$

mais encore

$$\frac{a}{\mathrm{k}} = -\mathfrak{x}, \quad \frac{b}{\mathrm{k}} = -\mathfrak{y}, \quad \frac{c}{\mathrm{k}} = -\mathfrak{z}, \ldots,$$
$$K = \frac{\mathrm{k}}{\mathrm{t}} \mathfrak{K}.$$

Donc, pour obtenir la série (5), il suffira de développer, suivant les puissances ascendantes de ι, la valeur particulière $\mathfrak{s}$ de $F(\xi, \eta, \zeta,\ldots)$, déter-

minée par le système des formules

$$(6)\qquad \mathrm{t}\,\mathrm{l}\left(1-\frac{\iota}{\mathrm{t}}\right)^{-1} = \int_0^{\mathfrak{s}} \left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\cdots a\theta,$$

$$(7)\qquad \mathfrak{s} = \mathfrak{R}\left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\mathfrak{s}\right)^{-1}\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\mathfrak{s}\right)^{-1}\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\mathfrak{s}\right)^{-1}\cdots$$

D'ailleurs, pour que la série (4) soit convergente, il suffira que la série (5) le soit. On peut donc énoncer la proposition suivante.

» 1er *Théorème.* Soit donné, entre la variable indépendante t et les inconnues

$$x,\ y,\ z,\ldots,$$

un système d'équations différentielles. Soient de plus

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots$$

de nouvelles valeurs de ces inconnues, qui correspondent à une nouvelle valeur τ de la variable t. On pourra tirer des équations différentielles données des valeurs de

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ \ldots \quad \text{et même de} \quad F(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots),$$

développables en séries convergentes suivant les puissances ascendantes de $\tau - t$, si la valeur de $\mathfrak{s}$ que détermine l'équation (7), jointe à la formule (6), est elle-même développable en une série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de ι.

» *Corollaire* 1er. Si l'on pose, pour abréger,

$$(8)\qquad \varepsilon = \mathrm{t}\,\mathrm{l}\left(1-\frac{\iota}{\mathrm{t}}\right)^{-1},$$

la formule (6) deviendra

$$(9)\qquad \varepsilon = \int_0^{\mathfrak{s}} \left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\cdots d\theta.$$

» *Corollaire* 2e. Si les équations différentielles données ne renferment pas explicitement la variable t, alors, d'après ce qui a été dit précédemment (*voir* le § II), on pourra, dans la formule (2), remplacer le premier

membre, c'est-à-dire le produit

$$\mathrm{l}\left(\frac{t}{\tau}\right),$$

par la différence $t-\tau$; et, en posant d'ailleurs

$$(-\mathrm{x})\,(-\mathrm{y})\,(-\mathrm{z})\ldots=-\mathrm{k},$$

on obtiendra, au lieu de la formule (6) ou (9), l'équation

$$(10)\qquad \iota=\int_0^{8}\left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta.$$

» *Corollaire* 3ᵉ. La valeur de ε que donne l'équation (8) se développe en série convergente par la formule

$$(11)\qquad \varepsilon=\iota+\frac{1}{2}\frac{\iota^2}{\mathrm{t}}+\frac{1}{3}\frac{\iota^3}{\mathrm{t}^2}+\ldots,$$

lorsqu'on a

$$(12)\qquad \iota<\mathrm{t}.$$

La valeur de 8, que détermine l'équation (9), se développe elle-même, par la formule de Lagrange, en une série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de ε, lorsqu'on a

$$(13)\qquad \varepsilon<\int_0^{\upsilon}\left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta,$$

υ étant le plus petit des rapports

$$\frac{\mathrm{x}}{\mathfrak{X}},\ \frac{\mathrm{y}}{\mathfrak{Y}},\ \frac{\mathrm{z}}{\mathfrak{Z}},\ldots;$$

et il suffit évidemment que les conditions (12), (13) soient remplies pour que la valeur de 8, fournie par l'équation (7), soit elle-même développable en série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de ι. Cela posé, on pourra énoncer encore la proposition suivante.

» 2ᵉ *Théorème*. Les mêmes choses étant posées que dans le théorème 1ᵉʳ, les valeurs de

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots\quad \text{et même de}\quad \mathrm{F}(\xi,\eta,\zeta,\ldots)$$

seront développables en séries convergentes, suivant les puissances ascendantes de $\tau - t$, si le module ι de $\tau - t$ vérifie simultanément les deux conditions

$$(14)\qquad \iota < \mathrm{t}, \quad \mathrm{t}\,\mathrm{l}\left(1 - \frac{\iota}{\mathrm{t}}\right) < \int_0^{v} \left(1 - \frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta.$$

Alors aussi, en arrêtant après un certain nombre de termes la série qui représente le développement de $F(\xi, \eta, \zeta, \ldots)$, suivant les puissances ascendantes de $\tau - t$, on obtiendra un reste dont le module sera inférieur au reste correspondant de la série que représente le développement de $\mathfrak{s}$ suivant les puissances ascendantes de ι.

» *Corollaire* 1[er]. Si les équations différentielles données ne renferment pas explicitement la variable t, alors, la formule (10) devant être substituée à la formule (13), la première des conditions (14) disparaîtra, et la seconde se trouvera remplacée par celle-ci :

$$(15)\qquad \iota < \int_0^{v} \left(1 - \frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta.$$

» En terminant ce Mémoire, nous ferons une observation importante. Les divers termes du développement de $F(\xi, \eta, \zeta, \ldots)$ suivant les puissances ascendantes de $\tau - t$, ne cesseront pas d'offrir des modules inférieurs aux termes correspondants du développement de $\mathfrak{s}$, si l'on fait croître ce dernier. Or c'est précisément ce qui arrivera si l'on substitue à chacun des rapports

$$\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}, \quad \frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}, \quad \frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}, \ldots$$

le plus grand d'entre eux, c'est-à-dire la quantité positive $\frac{1}{v}$, attendu que, dans le développement de $\mathfrak{s}$, chaque terme sera positif et proportionnel à une puissance positive de chacun de ces rapports. Il suit de cette observation que les formules (6), (7) pourraient être remplacées par les suivantes :

$$(16)\qquad \mathrm{t}\,\mathrm{l}\left(1 - \frac{\iota}{\mathrm{t}}\right)^{-1} = \int_0^{\mathfrak{s}} \left(1 - \frac{\theta}{v}\right)^{n-1} d\theta = \frac{v}{n}\left[1 - \left(1 - \frac{\mathfrak{s}}{v}\right)^{n}\right],$$

$$(17)\qquad \mathfrak{s} = \mathfrak{R}\left(1 - \frac{\mathfrak{s}}{\mathfrak{r}}\right)^{-(n-1)},$$

desquelles on tire

$$(18)\qquad s = \mathfrak{R}\left[1 - n\frac{\mathrm{t}}{v}\,\mathrm{l}\left(1 - \frac{\iota}{\mathrm{t}}\right)^{-1}\right]^{-\frac{n-1}{n}},$$

n désignant le nombre total des variables x, y, z,..., t.

» En substituant la formule (10) à la formule (6), comme on peut le faire quand les équations différentielles données ne renferment pas explicitement la variable t, on obtiendrait, au lieu de la formule (18), celle-ci

$$(19)\qquad s = \mathfrak{R}\left(1 - n\frac{\iota}{v}\right)^{-\frac{n-1}{n}}.$$

» Pareillement la seconde des conditions (14) et la condition (15) pourront être, si l'on veut, remplacées par les suivantes

$$(20)\qquad \mathrm{t}\,\mathrm{l}\left(1 - \frac{\iota}{\mathrm{t}}\right) < \frac{v}{n},$$

et

$$(21)\qquad \iota < \frac{v}{n}.$$

La formule (21), pour le cas où l'on suppose $n = 2$, se trouve déjà dans le Mémoire lithographié de 1835. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur l'emploi du calcul des limites dans l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Les résultats que renferme ce Mémoire, semblables à ceux que nous venons d'obtenir, seront développés dans un prochain article. »

PHYSIQUE. — *Addition au Mémoire intitulé : Observations relatives à l'action motrice exercée sur la surface de plusieurs liquides, tant par le contact de la vapeur de certaines substances que par le contact immédiat de ces mêmes substances; par* M. **Dutrochet**.

« Dans mon Mémoire communiqué à l'Académie dans la dernière séance, j'ai fait voir que les corps légers flottant à la surface de l'acide sulfurique concentré, éprouvent une attraction apparente par l'approche d'une goutte d'éther ou d'une goutte d'ammoniaque liquide; qu'au contraire ils éprou-

vent une répulsion apparente lorsque l'acide est étendu d'eau en proportion déterminée, et qu'enfin il y a de certaines *densités moyennes* de cet acide auxquelles les corps flottant sur sa surface demeurent immobiles sous l'influence de l'action à distance d'une goutte d'éther ou d'ammoniaque. N'ayant, jusqu'alors, observé ces phénomènes que par l'emploi de l'éther ou de l'ammoniaque, qui sont l'un et l'autre des *bases,* cela pouvait permettre de penser qu'il y avait, dans ces phénomènes, quelque chose de relatif au rapport établi entre l'acide et la vapeur de la base volatile qui lui était présentée à distance. Les observations nouvelles que j'offre ici, prouveront que les phénomènes dont il s'agit ont lieu de la même manière en employant, au lieu d'éther ou d'ammoniaque, certaines autres substances très-volatiles qui ne sont point des *bases.*

» Par une température de + 27° cent., j'ai présenté une goutte d'huile essentielle de térébenthine près de la surface de l'acide sulfurique concentré sur lequel flottait un peu de fleur de soufre. Ces poussières flottantes se portèrent vers la goutte d'huile essentielle. Ce phénomène fut encore plus marqué en employant une goutte d'huile essentielle de lavande. Je ferai observer que cette attraction apparente n'a lieu que dans le premier moment où la goutte d'huile essentielle est présentée près de la surface de l'acide sulfurique; si l'on éloigne la goutte et qu'on la rapproche ensuite, on n'observe plus aucun mouvement. Ayant substitué à l'acide sulfurique concentré un mélange de 2 volumes de cet acide avec 1 volume d'eau distillée, la fleur de soufre flottante s'éloigna, par une répulsion apparente, de la goutte d'*huile essentielle de térébenthine* ou de *lavande.* Je n'ai point déterminé la *densité moyenne* de l'acide à laquelle les corps légers flottant sur sa surface demeurent immobiles sous l'influence de l'action à distance d'une goutte d'huile essentielle de térébenthine ou de lavande. Cette dernière huile essentielle est plus volatile que la première, et son effet d'attraction apparente est aussi plus sensible. J'ai vu qu'à une température de + 20° cent., cette attraction apparente devient presque insensible de la part de l'huile essentielle de térébenthine, et qu'elle est encore très-manifeste de la part de l'huile essentielle de lavande. Ainsi ce phénomène est en rapport avec la rapidité de la vaporisation de l'huile essentielle.

» J'ai pensé que le *camphre,* qui est une huile essentielle concrétée, devait produire les mêmes phénomènes. Par une température de + 27° c., j'ai présenté un petit morceau de camphre près de la surface de l'acide sulfurique concentré sur lequel flottait de la fleur de soufre; il n'y a eu

aucun mouvement de produit. Je n'en ai point été surpris, parce que la volatilisation du camphre n'est point, à beaucoup près, aussi rapide que l'est celle d'une huile essentielle qui a conservé sa liquidité. J'ai donc cherché à augmenter la rapidité de la volatilisation du camphre, et le moyen qui m'a paru le plus propre pour y parvenir, a été de l'enflammer; car alors il y a une partie de cette huile essentielle concrétée qui se volatilise très-rapidement, tandis que l'autre partie brûle. J'ai donc présenté un petit morceau de camphre enflammé près de la surface de l'acide sulfurique concentré sur lequel flottait de la fleur de soufre. Ces poussières flottantes se sont portées rapidement, par une attraction apparente, vers le camphre enflammé. Ayant employé, pour la même expérience, de l'acide sulfurique étendu d'un volume d'eau égal au sien, les corps légers flottant sur sa surface furent vivement éloignés, par une répulsion apparente, du petit morceau de camphre enflammé. Il y a indubitablement, entre ces deux densités de l'acide sulfurique, une *densité moyenne* à laquelle les corps légers flottant sur cet acide demeurent immobiles, sous l'influence de l'action à distance du camphre enflammé. Je n'ai point encore déterminé le degré de cette *densité moyenne*. La température était à + 23° cent. pendant ces dernières expériences faites avec le camphre enflammé.

» Je n'ai point observé d'attraction apparente sur la surface de l'acide sulfurique concentré par l'approche d'une *goutte d'alcool*, la température étant à + 27°; mais cette attraction est devenue très-sensible en présentant, près de la surface de cet acide, une grosse goutte d'alcool suspendue à une tige de verre et enflammée.

» L'esprit de bois ou le méthylène est plus volatil que l'alcool; aussi, par une température de + 20°, ai-je observé qu'une goutte de ce liquide, présentée près de la surface de l'acide sulfurique concentré, y produisait l'attraction apparente des corps légers flottant à sa surface. Cette attraction apparente se change en répulsion apparente lorsque l'acide est étendu d'eau.

» On pourrait penser que la chaleur des corps en ignition joue un rôle dans les phénomènes exprimés ci-dessus, mais je me suis assuré qu'il n'en est rien. J'ai présenté un charbon très-incandescent, aussi près que possible de la surface de l'acide sulfurique concentré sur lequel flottait de la fleur de soufre: il ne s'est manifesté aucun mouvement sur la surface de cet acide; mais, au lieu d'un charbon incandescent, ayant présenté à l'acide sulfurique concentré un très-petit morceau de bois enflammé, la fleur de soufre

flottante se porta, par une attraction apparente, vers ce corps enflammé. Ayant fait la même expérience en employant de l'acide sulfurique étendu de deux fois son volume d'eau, il y eut, au contraire, répulsion apparente sur la surface de cet acide, par l'approche du petit morceau de bois enflammé.

» J'attribue la différence des résultats obtenus par l'emploi du charbon incandescent et par l'emploi du petit morceau de bois enflammé, à ce que, dans ce dernier cas, il y avait nécessairement production d'une vapeur de substance organique, vapeur qui n'existait pas dans la combustion du charbon. C'est à l'influence de cette vapeur qu'il faut attribuer les mouvements d'attraction et de répulsion apparentes qui se manifestent dans cette expérience.

» Les vapeurs produites par la combustion avec flamme ne sont pas cependant toutes propres à produire ces phénomènes. Ainsi je ne les ai point observés en approchant de la surface de l'acide sulfurique une goutte enflammée de soufre fondu, suspendue à une tige de verre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un correspondant pour la section de Chimie.

Le nombre des votants est de 33.

Au premier tour de scrutin,

M. Liebig obtient.........	28 suffrages,
M. Henri Rose............	4 »
M. A. Laurent...........	1 »

M. Liebig, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *De la possibilité d'établir une ouverture artificielle sur les intestins colons lombaires sans ouvrir le péritoine, même chez les enfants imperforés ; par* M. Amussat.

(Commissaires, MM. Serres, Roux, Breschet.)

L'auteur, en terminant son Mémoire, en donne le résumé dans les termes suivants :

« 1°. Littre a le premier formulé le moyen de remédier à l'imperforation des intestins en établissant une voie nouvelle au ventre, et Callisen a, le premier, cherché à établir la possibilité d'atteindre ce but sans ouvrir le péritoine; mais les essais infructueux de ce chirurgien et de Duret ont détourné les praticiens de la bonne voie;

» 2°. J'ai démontré de nouveau la possibilité d'établir un anus artificiel dans la région lombaire sur l'adulte et même sur les enfants imperforés, *sans ouvrir le péritoine.* J'ai déjà maintenant sept faits à l'appui de cette opération, cinq sur l'adulte et deux sur les enfants naissants;

» 3°. L'anatomie chirurgicale vient à l'appui des faits, surtout lorsqu'on insuffle les intestins; car lorsqu'ils sont vides, comme ils sont lâchement unis aux parois abdominales, il suffit d'une légère traction pour faire disparaître l'espace celluleux;

» 4°. L'état pathologique du gros intestin, c'est-à-dire la tympanite ou la distension des intestins par la cause qui requiert l'établissement d'une ouverture artificielle, aurait dû conduire au résultat obtenu; car si l'on n'a pas démontré plus tôt la possibilité de cette opération, c'est qu'on n'a pas assez considéré le changement favorable qui arrive par l'état pathologique;

» 5°. L'opération peut être faite à gauche et à droite sur l'adulte; mais il vaut mieux la faire à gauche qu'à droite, parce que la défécation est plus difficile quand l'ouverture artificielle est à droite: sur cinq opérations, j'en ai fait trois à droite, il est vrai; mais j'y ai été forcé par des raisons particulières;

» 6°. Sur l'enfant naissant il vaut mieux faire l'opération à gauche, par la même raison que sur l'adulte, et surtout parce qu'à cet âge, le colon lombaire droit est souvent moins favorablement disposé, à cause du volume du foie qui repousse le colon en dedans et en avant du rein;

» 7°. L'incision transversale est préférable à toute autre, et l'on doit même, au besoin, y ajouter l'incision perpendiculaire au fond de la plaie, ce qui fait une incision cruciale pour favoriser l'opération, car on n'a point de repère véritable sur l'adulte, on n'a que le muscle carré et les lamelles adipeuses et blanches du rein; et sur l'enfant, on a un repère précieux, c'est le rein lui-même, qui a une position plus constante et plus favorable que sur l'adulte;

» 8°. Sur l'enfant l'opération est plus facile que sur l'adulte; mais on ne doit y avoir recours qu'après avoir reconnu l'impossibilité d'établir l'anus artificiel par en bas, c'est-à-dire dans la région coccygienne;

» 9°. Enfin l'infirmité qui résulte de cette opération est moins grande qu'on ne le pense généralement, parce que le colon ne se vide pas involontairement et continuellement, comme le font les intestins grêles affectés d'anus accidentels, à la suite des hernies. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *De la petite vérole, de ses causes, et des moyens d'arrêter sa marche et ses effets lorsqu'elle est déclarée; par* M. SEIGNEURGENS.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Breschet, Milne Edwards.)

« Ce Mémoire, comme le titre l'indique, se compose de deux parties distinctes, l'une relative aux causes de la petite vérole, l'autre au traitement de la maladie.

» Dans la première partie, l'auteur cherche à établir, par des considérations générales, à défaut d'observations directes, l'existence d'animalcules dont l'action sur la peau déterminerait l'apparition des pustules varioliques, comme celle de l'*Acarus scabiei* donne lieu au développement des pustules psoriques. Il cherche, au moyen de cette hypothèse, à expliquer les effets préservatifs du vaccin, et à découvrir le mode de traitement le plus convenable.

» Dans la deuxième partie de son Mémoire, l'auteur expose les essais qu'il a faits à ce sujet. Le protochlorure de mercure appliqué soit en poudre, soit en liniment, et alors associé à l'opium, est le médicament dont il annonce avoir obtenu les meilleurs effets. »

MÉDECINE. — *Observations sur la méthode ectrotique de la variole; par* M. SERRES.

« A l'occasion du Mémoire précédent, M. Serres fait remarquer que la présence d'un animalcule dans l'intérieur de la pustule variolique a plusieurs fois été soupçonnée, sans que jamais elle ait pu être démontrée. Il rapporte à ce sujet les observations microscopiques infructueuses qu'il a tentées dans ces dernières années.

» Mais, ajoute M. Serres, cette circonstance n'infirme en rien les expériences nombreuses qui ont montré l'efficacité de la cautérisation des pustules varioliques pour provoquer leur avortement, et par suite l'absence

des cicatrices qu'elles impriment sur la peau lorsqu'elles sont livrées à elles-mêmes.

» Ce traitement de la variole par l'avortement des pustules qui la constituent, à laquelle M. Serres a donné, en 1825, le nom de *méthode ectrotique*, est passé présentement dans le domaine de la thérapeutique. En 1825 M. Serres faisait avorter les pustules varioliques par des lotions sur la face faites avec une solution de nitrate d'argent; mais cette lotion ayant pour effet de noircir la peau, et répugnant à beaucoup de malades, aux femmes principalement, M. Serres dut chercher à la remplacer par un autre moyen.

» Après en avoir essayé plusieurs, et notamment les onctions faites avec l'onguent mercuriel, M. Serres s'arrêta à l'usage de l'emplâtre de *Vigo cum mercurio*. Cet emplâtre, étendu sur du linge, est appliqué en bandelettes sur les parties de la peau où siégent les pustules dont on désire provoquer l'avortement. Maintenues en place six ou huit jours, selon l'intensité de la variole, lorsqu'on les enlève, on trouve que les pustules ont été arrêtées dans leur développement, et que l'absence de toute cicatrice est le résultat de leur avortement.

» Ce procédé particulier a fait le sujet de la thèse de M. le docteur Garriel, en 1837; il a été confirmé dans ses effets par M. le docteur Briquet, à l'hôpital Cochin; par M. le docteur Nonat, au même hôpital et à la Pitié, ainsi qu'à l'hôpital des Enfants par plusieurs autres médecins. Comme nous l'avons déjà dit, il est entré présentement dans le domaine de la thérapeutique.

» Aussi n'est-ce pas dans la vue d'une réclamation que M. Serres a demandé la parole. Il l'a fait, d'une part, pour rappeler à l'Académie que la méthode de traitement de la variole par l'avortement des pustules était connue depuis plusieurs années; et de l'autre, pour lui communiquer un fait qui lui paraît de nature à atténuer les craintes que l'on a conçues sur l'affaiblissement du virus vaccin comme préservatif de la variole.

» On sait que ces craintes sont fondées sur la fréquence des varioloïdes qui, depuis quelques années, affectent des personnes vaccinées. Ces faits, qui de prime abord paraissent décisifs, le deviennent moins si l'on considère que chez plusieurs d'entre elles la vaccination avait été imparfaite, et qu'en outre, avant la découverte de la vaccine, les médecins avaient reconnu que souvent la variole se manifestait deux fois chez le même individu. M. Serres a en ce moment un cas de ce genre dans sa division, sur un jeune homme de 17 ans qui, il y a quatorze ans, a eu une variole discrète

dont les cicatrices sont très-visibles, et chez lequel une seconde variole, plus intense que la première, s'est déclarée ces jours derniers. Ces cas de doubles varioles naturelles sont plus fréquents qu'on ne serait porté à le croire. Ainsi, dans l'épidémie variolique qui eut lieu en 1825, M. Serres en observa quatorze à l'hôpital de la Pitié. Depuis cette époque, il a vu ce fait se renouveler tous les ans; il a même rencontré des familles qui possèdent cette fâcheuse disposition, et chez lesquelles, par conséquent, une seconde vaccination devient une nécessité. »

M. **La Menardière** adresse un Mémoire ayant pour titre : « *Mécanique céleste considérée dans ses causes, suivie d'un essai sur la lumière du jour.* »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour une communication du même auteur.)

L'Académie reçoit trois nouvelles communications relatives à des *moyens considérés comme propres à diminuer les dangers des chemins de fer*, savoir, un Mémoire de M. G. **Groos**, une Note de M. **Korylski**, et l'explication d'un modèle présenté par M. **Chassang** dans la séance précédente.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

Note sur un procédé de M. Belfield-Lefèvre *pour la fabrication du plaqué d'argent au moyen de la galvanoplastique; par* M. **Becquerel**.

« M. Belfield-Lefèvre s'est proposé d'appliquer la galvanoplastique à la fabrication du *plaqué* ou *doublé* de cuivre et d'argent. Les procédés dont il fait usage diffèrent complétement de ceux de dorure et d'argenture qui ont été récemment présentés à l'Académie. Il ne s'agit plus, en effet, de précipiter, sur un métal quelconque, une mince couche de platine, d'or ou d'argent; mais bien de former de toutes pièces, à l'aide d'un faible courant électrique, des feuilles d'argent et de cuivre, dans lesquelles les deux métaux peuvent être entre eux dans des proportions quelconques.

» Sur une plaque de métal convenablement préparée et en rapport avec le pôle négatif d'un appareil voltaïque, M. Belfield-Lefèvre précipite d'abord une couche d'argent parfaitement pur, uniforme, homogène, et à laquelle ses procédés lui permettent de donner une épaisseur quelconque; puis, sur cette

couche d'argent, il précipite une couche de cuivre. Lorsque le dépôt de cuivre a atteint une épaisseur suffisante, la plaque de doublé est détachée de la plaque métallique sur laquelle elle a été formée, et peut dès lors, et sans autre préparation, servir à la photographie et peut-être à d'autres usages.

» En procédant ainsi, M. Belfield-Lefèvre a eu plusieurs difficultés à vaincre; il fallait que la couche d'argent, en se précipitant, ne contractât pas d'adhérence avec la plaque sur laquelle elle était déposée, et qu'elle reproduisît parfaitement le poli de la surface; il fallait que le dépôt d'argent pût s'opérer d'une façon parfaitement identique pendant un temps quelconque, afin qu'il fût possible de donner au dépôt une épaisseur quelconque et déterminée d'avance; il fallait que le cuivre se soudât intimement à la couche d'argent, et qu'il fût assez fin, assez pur, assez malléable pour être soumis au travail du marteau; il fallait enfin que le procédé, dans son ensemble, fût assez simple et assez économique pour que le plaqué galvanoplastique pût lutter, avec avantage, avec le doublé obtenu par les voies ordinaires de fabrication. M. Belfied-Lefèvre, de concert avec M. Deleuil, s'occupe d'appliquer ce procédé à l'industrie.

» L'échantillon présenté par M. Becquerel à l'Académie paraît réunir toutes les qualités désirables. »

M. **Andral** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place devenue vacante dans la section de Médecine et de Chirurgie par la mort de M. Double.

M. **Bourgery** adresse une demande semblable.

Les deux lettres sont renvoyées à la section de Médecine et de Chirurgie.

ZOOLOGIE. — *Note sur les entozoaires de la grenouille et sur quelques points de la pathologie de ce batracien; par* M. **Gruby**.

« M. Gluge a signalé à l'Académie l'existence d'œufs de l'*Ascaris nigrovenosus* dans le poumon des grenouilles.

» L'existence de plusieurs espèces d'entozoaires dans diverses parties du corps des grenouilles est connue de tout le monde; moi-même j'en ai trouvé souvent dans la vessie urinaire, dans le tissu cellulaire qui entoure les veines sous-clavières, dans les poumons, dans les intestins, dans le tissu cellulaire du péritoine. Ces derniers étaient renfermés dans de petites poches de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ de millim. La poche étant transparente, je pouvais les voir

sous le microscope, manifestant tous les signes de la vie. C'étaient des *filaria* dont je distinguais parfaitement les fibres; les différentes cellules de leur tissu, ainsi que les orifices de la bouche et de l'anus, s'apercevaient aussi très-nettement.

» Quant aux ovules ou œufs, je les ai vus dans les vaisseaux sanguins circulant avec le sang, comme MM. Valentin et Gluge; je les ai vus aussi dans le canal rachidien.

» J'ai trouvé des *Ascaris* dans les gaines des faisceaux nerveux primitifs, entre les fibres primitives des nerfs. La longueur de ces entozoaires était de $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{40}$ de millim.; leur largeur de $\frac{1}{100}$ de millim.; ils étaient transparents et se mouvaient lentement. Dans les poumons, ils étaient logés dans les cellules pulmonaires, entourés d'une substance jaunâtre, dure, présentant sous le microscope tous les caractères de la matière tuberculeuse; le tout présentant un volume de 2 à 3 millim. de diamètre.

» Voulant étudier la cause de la formation de ces tubercules dans les poumons de la grenouille, j'ai injecté des ovules d'entozoaires dans le sang de cet animal, et voici ce que j'ai observé : quelques ovules se sont arrêtés dans le réseau des vaisseaux intermédiaires ou capillaires du poumon; d'autres se sont arrêtés dans les réseaux vasculaires de parties qui sont transparentes chez la grenouille.

» A l'aide de ce procédé, j'ai pu apprécier tous les changements que les ovules produisent dans les tissus; j'ai pu observer les changements qui s'opèrent dans les ovules eux-mêmes, et suivre ainsi, dans les conditions les plus favorables, le développement des ovules, c'est-à-dire l'embryogénie des entozoaires.

» Parmi les faits embryogéniques que j'ai pu constater, je citerai la formation des trois enveloppes de l'embryon, la manière dont les cellules vitellines se groupent pour constituer la tache germinative, enfin le développement de l'embryon lui-même et les mouvements qu'il effectue dans son ovule transparent.

» Les tissus deviennent très-souvent opaques par la transsudation de la substance coagulable du sang, ce qui empêche de pousser plus loin l'observation microscopique.

» Dans le poumon, j'ai vu des produits pathologiques se grouper autour des ovules en les emboîtant. C'est alors que se présente l'aspect tuberculeux que j'ai mentionné précédemment.

» J'ai essayé de faire des injections semblables avec des ovules de différentes espèces; j'ai injecté, par exemple, des ovules de botryocepha-

lis, de distoma hépatique, d'ascaris, etc., mais sans succès. Celles qui ont le mieux réussi ont été faites avec des ovules de *monostoma à large disque suceur,* tels qu'on les rencontre fréquemment dans la vessie urinaire des grenouilles.

» Pour injecter ces ovules dans le sang des grenouilles sans compromettre leur vie, j'ouvre la grande veine musculo-cutanée, située vers le bord inférieur du grand pectoral, et je pousse vers le cœur les ovules, mélangés préalablement avec la sérosité du sang.

» Outre diverses sortes d'entozoaires, j'ai trouvé chez les grenouilles des productions pathologiques de différente nature.

» 1°. Des hydropisies de l'ovaire enkistées;

» 2°. Des squirrhes mésentériques;

» 3°. Des squirrhes de l'ovaire;

» 4°. Des polypes fibreux de l'intestin.

» Les squirrhes offrent des cellules allongées de $\frac{1}{80}$ sur $\frac{1}{100}$ de millim. de largeur, avec un ou deux noyaux.

» J'ai pu provoquer les différentes sortes d'inflammation, l'inflammation adhésive et l'inflammation avec suppuration. Dans ce dernier cas, j'ai constaté que les globules du pus, chez les grenouilles, sont de moitié plus grands que chez les mammifères, plus transparents et parfaitement arrondis.

» Dans la vessie urinaire des grenouilles, j'ai trouvé des concrétions qui avaient tous les caractères de l'acide urique; je les ai vu se former sous le microscope : ce sont des portions de mucus nageant çà et là, dans lesquelles se déposent les cristaux dont l'accumulation forme le calcul.

» J'ai vu la vésicule biliaire remplie de calculs formés de cholestérine.

» Mais le phénomène le plus remarquable que j'ai constaté est le suivant :

» M. Thilorier ayant bien voulu me donner un peu d'acide carbonique solidifié, j'ai congelé une portion de la peau d'une grenouille vivante dans l'étendue d'un centimètre carré. La congélation était telle, que cette portion de peau était parfaitement dure et cassante, et je m'attendais à avoir un exemple de la gangrène par congélation chez un animal à sang froid. Mais la vie s'y est rétablie en totalité aussitôt que la portion congelée a pu reprendre la température de l'air ambiant. J'ai répété la même expérience sur le globe de l'œil : toutes ses parties ont été congelées avec le même moyen et au même degré, et les propriétés vitales s'y sont rétablies avec la même rapidité et la même vigueur. »

ZOOLOGIE. — *Sur les métamorphoses d'un crustacé de la tribu des Salicoques, trouvé dans le canal du Midi.* (Extrait d'une Lettre de M. **Joly** à M. *Flourens.*)

« ..... M. Thompson, en parlant des changements que subit l'écrevisse avec l'âge, assure qu'ils consistent en ce qu'elle passe de l'état de schizopode chélifère à celui de décapode. « Dans son premier âge, dit-il, » elle est ce que j'appelle une zoé modifiée, pourvue d'une épine frontale » et d'une queue en spatule, manquant de nageoires sous-abdominales, » telle en un mot qu'on ne pourrait jamais la considérer pour ce qu'elle » est réellement, si on ne l'obtenait en faisant éclore les œufs de l'écre- » visse. » (*Voyez* le Mémoire de M. Westwood, page 314, et *Zoological Journal,* n° XIX, page 383.) Cette courte description de la *larve* de l'écrevisse convient parfaitement, sauf en un seul point (la présence des pinces), à la *larve* d'un petit crustacé de la tribu des Salicoques, que nous avons trouvé, M. Boisgiraud et moi, dans le canal du Midi, et que M. Millet, qui l'a rencontré le premier dans les différentes rivières du département de Maine-et-Loire, a rapporté, peut-être à tort, au genre *Hippolyte.* Et si j'emploie le mot de *larve* en parlant de ce crustacé, c'est que, après avoir suivi avec beaucoup de soin son développement dans l'œuf et l'avoir vu éclore et muer, je ne puis plus conserver le moindre doute sur la réalité de ses métamorphoses.

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur les dessins qui accompagnent ma lettre, pour voir que l'animal, à sa sortie de l'œuf, appartient en effet, par la forme de ses pattes, à la section des Schizopodes, et qu'il ressemble beaucoup aux *Mysis,* ou mieux encore à la jeune écrevisse, telle que l'a décrite Thompson. L'épine frontale, la queue en spatule, et l'absence des pattes sous-abdominales sont autant de points de ressemblance avec l'*Astacus fluviatilis* à son premier état. Ajoutons que, à cette époque, notre animal n'a que trois paires de pattes thoraciques, que ses yeux sont très-gros, sessiles et manifestement composés; ses antennes rudimentaires et non articulées. Les branchies n'existent pas encore, mais je les crois suppléées, sous le rapport fonctionnel, par les pattes thoraciques et les pieds-mâchoires, qui sont sans cesse en mouvement. Quant à la bouche, la structure en est si difficile à étudier sur un animal qui n'a pas plus de $\frac{1}{2}$ millimètre dans sa plus grande largeur, sur une longueur de $2^{mm},5$, dont l'abdomen et la queue occupent les

deux tiers, que j'ai besoin d'y revenir encore avant de me prononcer avec un peu de certitude. Cependant j'ai très-nettement distingué les mandibules. Je crois avoir isolé aussi deux paires de maxilles incomplétement développées, mais je n'ai trouvé qu'une seule paire de pieds-mâchoires.

» Constituée telle que je viens de la décrire, la jeune salicoque a non-seulement des formes, mais des allures toutes différentes de celles de l'adulte. Au lieu de se mouvoir au sein des eaux avec aisance, comme elle le fera plus tard, elle n'y exécute que des sauts brusques et mal assurés, ou bien elle y nage presque toujours la tête en bas, car le poids de la partie antérieure de son corps est alors hors de toute proportion avec celui de l'abdomen.

» Le troisième jour après la naissance a lieu la première mue, opération dangereuse, difficile, à laquelle succombent toutes les larves que l'on tient en captivité. Aussi m'a-t-il été jusqu'à présent impossible de suivre la série complète des métamorphoses sur les individus nés dans mon cabinet. Ceux que j'ai pu recueillir dans le canal du Midi, au moyen d'un filet de gaze, présentaient pour la plupart les formes de l'adulte, lors même qu'ils n'avaient pas plus de 5 millimètres de longueur; mais sur des individus d'une taille un peu plus petite (1), j'ai retrouvé maintes fois des formes de passage, j'ai vu des organes nouveaux (les branchies, par exemple) en voie de formation.....»

M. Coste prie l'Académie de vouloir bien lui accorder la parole dans la prochaine séance, pour la lecture d'un travail sur la *gestation dans l'espèce humaine*. En attendant, il présente, dans les termes suivants, l'un des résultats auxquels l'observation directe l'a conduit.

« C'est une opinion à peu près généralement admise aujourd'hui, parmi les maîtres de la science, que la membrane caduque de l'espèce humaine est un *produit exhalé dans la matrice avant la descente de l'œuf*, qui, en la refoulant devant lui, s'en coifferait comme d'un double bonnet destiné à le maintenir immobile contre les parois de l'utérus, dans le but *exceptionnel* de circonscrire le placenta, d'en limiter l'étendue, de favoriser son adhérence.

» Les faits que j'ai sous les yeux, et que je desire mettre sous ceux de

(1) $3^{mm},5$.

l'Académie, renversent complétement cette manière de voir, et démontrent que la membrane caduque n'est autre chose, comme du reste J. Hunter l'avait cru un moment, qu'une exfoliation de la couche interne de la substance même de la matrice. De là il résulte que l'œuf, au lieu d'être placé à la face externe de la caduque qu'il déprimerait, parvient, au contraire, dans sa cavité, et s'en trouve, par conséquent, totalement enveloppé, même du côté du placenta, à la formation duquel elle prend une grande part. »

M. DE GRÉGORY écrit qu'il est parvenu à faire se reproduire en Europe le Cardinal huppé de Virginie (*Loxia cardinalis,* Linné). « On était parvenu depuis peu de temps, dit l'auteur de la Lettre, à obtenir la reproduction du Cardinal dominicain (*L. Dominicana,* Linné); mais toutes les tentatives avaient été jusqu'à présent sans succès pour la première espèce de gros-bec, ce qui tenait à ce qu'on ne fournissait pas aux petits récemment éclos la nourriture qui leur convenait. Grâce à des renseignements que j'ai reçus à cet égard de l'Amérique, j'ai pu cette année élever les petits de deux couvées. »

M. CHAUFARD prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire un Rapport sur *l'emploi des tissus de coton pour la voilure des navires.*

M[e] V[e] CHEVALLIER, en adressant à l'Académie le premier volume d'un ouvrage sur les champignons (voir au *Bulletin bibliographique*), publié par son mari, exprime le désir de voir quelque botaniste français se charger de la continuation de cet ouvrage, interrompu par la mort de l'auteur.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. Coriolis, au nom de la Commission du *prix de Mécanique, fondation Montyon,* fait un Rapport sur les pièces adressées au concours pour l'année 1841.

Les conclusions sont que le prix soit décerné à M Carville, pour sa *machine à mouler les briques.*

Ces conclusions sont adoptées.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 26; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; mai 1842; 3e série, tome V; in-8°.

Détails sur l'éducation des vers à soie dans le nord de la Chine (province du Hou-Pé), traduits du Chinois sur un manuscrit envoyé de Macao en novembre 1839, *par* M. St. Julien; in-8°. (Extrait du *Propagateur de l'industrie de la soie en France.*)

Bulletin de l'Académie royale de Médecine, n° 18; in-8°.

Tableaux et Relevés de population, de culture, de commerce, de navigation, formant, pour l'année 1839, *la suite des Tableaux et Relevés insérés dans les Notices statistiques sur les colonies françaises;* in-8°.

Encyclographie médicale, tome Ier, liv. 1 à 3; *par* M. Lartigue; in-8°.

Journal de Chimie médicale, juillet 1841; in-8°.

Journal des Connaissances utiles, juin 1842; in-8°.

Cinquième Bulletin de la Société des Pyrénées-Orientales, Sciences, Belles-Lettres, Arts industriels et agricoles; Perpignan, 1842; in-8°.

Bulletin publié par la Société industrielle de Saint-Etienne, tome XVII, 5e liv.; tome XVIII, 2e et 3e liv. de 1841; tome XIX, liv. 1 à 3; in-8°.

Bulletin trimestriel de la Société des Sciences, Belles-Lettres et Arts du départ. du Var; 9e année, n° 1 à 4.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges, tome IV, 2e cahier, 1841; in-4°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, tome XI, 6e liv.; tome XII, 1re et 2e liv.; in-8°.

Actes de l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux, 2e année, 3e et 4e trimestre; et 3e année, 1er, 3e et 4e trimestre; in-8°.

Rapport sur l'Institution agricole des jeunes orphelins établie à Gradignan, fait à l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux, par M. Valade-Gabel; Bordeaux, 1840; in-8°.

Département de Seine-et-Oise. Mémoires de la Société centrale d'Agriculture et des Arts, publiés dans sa 23e *année;* Versailles; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube, n° 77 à 80; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture et d'Industrie du département d'Ille-et-Vilaine, 1840; Rennes; in-8°.

Compte rendu des travaux de l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de la ville de Lyon, en l'année 1837, *sous la présidence de* M. GUERRE; Lyon, 1841; in-8°.

Séance publique de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1840; in-8°.

Société d'Émulation du département des Vosges, séant à Épinal. Connaissances usuelles recueillies par la Société pour être adressées gratuitement à toutes les communes du même département; n° 25; juin 1841; in-8°.

Société d'Émulation du Jura; années 1839 et 1840; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire; 12ᵉ année, n° 1 à 6; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; IVᵉ vol., 4ᵉ liv.; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, de Sciences, d'Arts et de Belles-Lettres du département d'Indre-et-Loire, tome XXII, n° 1ᵉʳ; Tours; in-8°.

Bulletin des travaux de la Société départementale d'Agriculture de la Drôme, nᵒˢ 11 et 12; in-8°.

Mémoire sur les combinaisons du sucre de canne avec les bases; par M. SOUBEIRAN; broch. in-8°, 1 feuille.

Question philosophique de première importance: Quelle est, dans l'univers, la destinée du genre humain? *par* M. AZAÏS; broch. in-8°.

Paléontologie française, 43ᵉ et 44ᵉ livraison (terrains jurassiques); in-8°.

Paléontologie française, 2ᵉ et 3ᵉ liv.; in-8°.

De la Percussion et de l'Auscultation dans les maladies chirurgicales; thèse par M. CHRESTIEN; in-8°.

Lettre à M. A. Cauchy, *membre de l'Académie des Sciences; par* M. PASSOT; demi-feuille in-4°.

Nouveau Catalogue des principales apparitions d'étoiles filantes; par M. QUETELET. (Extrait du tome XV des *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles.*) In-8°.

Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques; par M. QUETELET; in-8°.

Académie royale de Bruxelles. Bulletin de la séance du 9 *octobre* 1841, tome VIII, n° 9 à 12, et tome IX, n° 1; in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles pour 1842; in-18.

Mémoire sur l'absorption des Poisons métalliques par les Plantes; par M. LOUYET; Bruxelles, 1841; in-12.

Fungorum et Byssorum illustrationes quos ut plurimum novos, trecentos et ultra cum cæteris minus bene cognitis, in diversis Europæ regionibus collegit, ad vivum delineavit, sculpsit et coloribus naturalibus decoravit F. FULG. CHEVALIER; fas. 1, cum tabulis LII coloratis; Leipzic; in-folio.

Il filocamo.... *Journal médico-scientifique et d'éducation*, tome II, n° 9; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 27.

Gazette des Hôpitaux; n° 77 à 79.

L'Expérience; n° 261.

L'Examinateur médical, tome III, n° 1.

L'Écho du Monde savant; n° 742.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUILLET 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE MÉTÉOROLOGIQUE. — *Sur la variation de hauteur des deux points neutres; par* M. BABINET.

« On sait que M. Arago a constaté que l'atmosphère sans nuages, illuminée par le Soleil peu élevé, présente un point où la polarisation est nulle, et que ce point, au lieu d'être peu élevé lui-même, se trouve environ à 30° au-dessus du point de l'horizon opposé au Soleil; ce que M. Arago attribue avec raison à l'influence de la lumière réfléchie par les diverses parties illuminées de l'atmosphère. En effet, ce point neutre se déplace et sort considérablement du vertical opposé au Soleil, quand la régularité du phénomène est troublée par des nuages qui occupent un côté de l'atmosphère. J'ai découvert un second point neutre, dont la théorie est la même, et qui est placé *au-dessus* du Soleil (quand celui-ci est près de l'horizon), à peu près à la même hauteur que le point neutre de M. Arago. Plusieurs observateurs, et entre autres M. Forbes, d'Édimbourg, un des plus savants météorologistes de notre époque, ont vérifié et constaté les résultats de M. Arago et

les miens. A l'occasion de l'éclipse partielle du 8 de ce mois, pour l'observation de laquelle le ciel a été si défavorable à Paris, mon intention était de rechercher si l'inégalité d'illumination de l'atmosphère pendant l'éclipse aurait transporté le point neutre de M. Arago (dont la place est facile à déterminer) hors du vertical opposé au Soleil, lequel devait se trouver alors peu élevé au-dessus de l'horizon. En faisant des essais préliminaires pour cette observation, le 3 de ce mois au soir, l'atmosphère étant d'une rare pureté, j'ai observé qu'après le coucher du Soleil le point neutre *opposé au Soleil* montait considérablement dans l'atmosphère, tandis que *celui qui se trouve au-dessus du Soleil* s'abaissait sensiblement, mais bien moins cependant que l'autre ne s'élevait. M. Silbermann aîné, qui m'a souvent aidé dans des expériences d'optique de la plus grande difficulté, et qui est fort habitué à l'usage de tous les polariscopes, a observé les mêmes circonstances et est arrivé aux mêmes estimations de hauteurs. Ainsi on peut regarder comme un fait hors de doute qu'à mesure que le Soleil s'abaisse au-dessous de l'horizon, le point neutre de M. Arago s'élève de plus en plus dans la partie opposée du ciel, tandis que l'autre point neutre s'abaisse de plus en plus, quoique cependant d'une quantité moindre. La cause bien connue de ces points neutres expliquera sans doute facilement cette circonstance accessoire du phénomène. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur l'emploi du calcul des limites dans l'intégration des équations aux dérivées partielles; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Peut on intégrer généralement une équation aux dérivées partielles d'un ordre quelconque, ou même un système quelconque de semblables équations? C'est là, comme je l'ai remarqué dans l'avant-dernière séance, une question dont l'importance n'est pas contestée, mais dont la solution ne se trouve nulle part. Or, à l'aide du théorème fondamental précédemment établi, je parviens non-seulement à résoudre la question dont il s'agit, mais encore à déterminer les limites des erreurs que l'on commet quand on arrête, après un nombre de termes plus ou moins considérable, certaines séries qui représentent les développements des intégrales. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» En augmentant, s'il est nécessaire, le nombre des inconnues, on peut toujours réduire une ou plusieurs équations aux dérivées partielles d'un ordre quelconque à un système d'équations aux dérivées partielles du premier ordre Cela posé, concevons qu'il s'agisse d'intégrer une ou plusieurs

équations aux dérivées partielles du premier ordre entre une ou plusieurs inconnues et des variables indépendantes

$$x, y, z, \ldots, t,$$

dont la dernière t pourra être censée représenter le temps. Pour une valeur particulière τ de la variable indépendante t, les valeurs générales des inconnues se réduiront nécessairement à des fonctions des autres variables indépendantes $x, y, z, \ldots$; et si ces valeurs générales peuvent être développées, par la formule de Taylor, en séries convergentes ordonnées suivant les puissances ascendantes de la différence $t - \tau$, les premiers termes de leurs développements seront précisément les fonctions dont il s'agit, et desquelles on pourra d'ailleurs disposer arbitrairement. Il est donc naturel de penser que les intégrales générales d'une ou de plusieurs équations aux dérivées partielles du premier ordre renfermeront une ou plusieurs fonctions arbitraires, qui pourront être censées représenter les valeurs initiales des inconnues, c'est-à-dire leurs valeurs particulières et correspondantes à une valeur particulière τ de la variable t. Il y a plus, pour être en état d'affirmer que les intégrales générales existent et sont représentées, du moins entre certaines limites, par les développements que fournit la formule de Taylor, il suffira de s'assurer que ces développements sont convergents, du moins pour des modules de la différence $t - \tau$ inférieurs à une certaine limite. Or, c'est ce que je parviens à démontrer à l'aide des considérations suivantes.

» J'examine d'abord le cas particulier où les équations données sont, non-seulement du premier ordre, mais de plus linéaires par rapport aux dérivées partielles des inconnues, et où il s'agit d'intégrer ces équations de manière que toutes les inconnues se réduisent à des constantes données pour une certaine valeur τ de la variable t. A l'aide du théorème fondamental précédemment rappelé, j'obtiens assez facilement, dans ce cas particulier, une limite en deçà de laquelle le module de la différence $t - \tau$ peut varier, sans que les séries déduites de la formule de Taylor cessent d'être convergentes. La détermination de cette limite se trouve ramenée, par le même théorème, à l'intégration d'une seule équation aux dérivées partielles du premier ordre, et une analyse, dont la simplicité paraît digne de quelque attention, me conduit à l'intégrale de l'équation dont il s'agit. Cette intégrale fournit immédiatement les moyens de calculer non-seulement la limite cherchée du module de la différence $t - \tau$, mais encore des limites

des erreurs que l'on commet lorsqu'on arrête après un certain nombre de termes les développements des inconnues en séries convergentes.

» Après avoir ainsi résolu, dans un cas particulier, la question que je m'étais proposée, je ramène à ce cas particulier le cas général, à l'aide des deux observations que je vais indiquer.

» J'observe, en premier lieu, que, si les valeurs initiales des inconnues ne vérifient pas la condition admise, en se réduisant à des constantes données pour la valeur primitive τ de la variable t, on pourra représenter ces inconnues par leurs valeurs initiales augmentées d'inconnues nouvelles qui rempliront évidemment la condition dont il s'agit, puisqu'elles acquerront des valeurs constantes et même nulles pour $t = \tau$.

» J'observe, en second lieu, qu'étant donnée une ou plusieurs équations aux dérivées partielles du premier ordre, mais de forme quelconque, il suffit de substituer à la recherche des inconnues la recherche de leurs dérivées du premier ordre, pour obtenir de nouvelles équations du premier ordre, qui soient linéaires par rapport aux dérivées partielles des nouvelles inconnues. A la vérité, quand il existe plus de deux variables indépendantes, le nombre des équations nouvelles semble devoir surpasser le nombre des nouvelles inconnues; mais je prouve que la vérification de quelques-unes de ces équations entraîne la vérification de toutes les autres.

Analyse.

Intégration par série des équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre.

» Considérons d'abord une seule équation aux dérivées partielles du premier ordre, entre des variables indépendantes $x, y, z, \ldots, t$, dont la dernière pourra représenter le temps, et l'inconnue ϖ. Supposons d'ailleurs que cette équation, étant linéaire, au moins par rapport aux dérivées partielles de l'inconnue ϖ, puisse, en conséquence, se réduire à

$$(1) \qquad D_t\varpi = A D_x\varpi + B D_y\varpi + \ldots + K,$$

ou, ce qui revient au même, à

$$(2) \qquad s = Ap + Bq + \ldots + K,$$

les valeurs de $p, q, s, \ldots$ étant

$$(3) \qquad p = D_x\varpi, \quad q = D_y\varpi, \ldots, \quad s = D_t\varpi,$$

et A, B,..., K désignant des fonctions données de

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi.$$

Enfin représentons par ω la valeur particulière de ϖ qui correspond à une valeur donnée τ de la variable t, et qui ne peut être généralement fonction que des seules variables

$$x,\ y,\ z,\ldots$$

Si l'inconnue ϖ, assujettie à la double condition de vérifier, quel que soit t, l'équation (1), et pour $t=\tau$, la condition

(4) $$\varpi=\omega$$

peut être développée, par la formule de Taylor ou de Maclaurin, en une série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de la différence

$$t-\tau,$$

le développement sera de la forme

(5) $$\varpi=\omega+\mathrm{I}_1(t-\tau)+\mathrm{I}_2(t-\tau)^2+\ldots,$$

la valeur de I_n étant donnée par la formule

(6) $$\mathrm{I}_n=\frac{\mathrm{D}_t^n\,\varpi}{1.2..n},$$

dans laquelle on devra déterminer $\mathrm{D}_t^n\,\varpi$ à l'aide de l'équation (1), puis remplacer, après les différentiations, t par τ et ϖ par ω. D'ailleurs, à l'aide du théorème général que j'ai donné sur le développement des fonctions en séries, on prouvera aisément que, si la série

(7) $$\mathrm{I}_1(t-\tau),\quad \mathrm{I}_2(t-\tau)^2,\ldots$$

est convergente pour de très-petits modules de $t-\tau$, la valeur de ϖ fournie par l'équation (5) vérifiera l'équation (1), tant que la série (7) sera convergente et que les fonctions

$$\mathrm{A},\ \mathrm{B},\ldots,\ \mathrm{K}$$

ne cesseront pas d'être continues par rapport aux variables dont elles dépendent. Donc, pour établir l'existence de l'intégrale générale de l'équation (1), il suffira de s'assurer que la série (7) est convergente, au moins pour les modules de la différence $t - \tau$ inférieurs à une certaine limite. C'est ce que nous allons démontrer, en supposant d'abord, pour plus de simplicité, la valeur initiale de ϖ, c'est-à-dire la valeur ω que ϖ acquiert pour $t = \tau$, réduite à une quantité constante.

» La valeur de $D_t^n \varpi$, tirée dans cette hypothèse de l'équation (1), se composera évidemment de termes dont chacun sera le produit d'un nombre entier par des facteurs variables de la forme

$$(8) \qquad D_x^g D_y^h \ldots D_t^l D_\varpi^m K,$$

ou par des facteurs du même genre, mais dans lesquels la fonction K se trouvera remplacée par l'une des fonctions A, B,... Représentons d'ailleurs par

$$\overline{A}, \overline{B}, \ldots, \overline{K},$$

ce que deviennent les fonctions

$$A, B, \ldots, K,$$

quand on attribue aux quantités variables

$$x, \; y, \; z, \ldots, t, \varpi$$

des accroissements imaginaires

$$\overline{x}, \; \overline{y}, \; \overline{z}, \ldots, \overline{t}, \overline{\varpi},$$

dont les modules

$$\text{x}, \; \text{y}, \; \text{z}, \ldots, \text{t}, \; \upsilon$$

soient tels que, pour ces modules ou pour des modules plus petits,

$$\overline{A}, \; \overline{B}, \ldots, \; \overline{K}$$

restent fonctions continues des arguments et des modules des accroissements imaginaires dont il s'agit. Enfin soient

$$\mathcal{A}, \; \mathcal{B}, \ldots, \; \mathcal{K},$$

les plus grands modules des fonctions

$$\overline{A},\ \overline{B},\ldots,\ \overline{K},$$

correspondantes aux modules

$$\text{x},\ \text{y},\ \text{z},\ldots,\ \text{t},\ \upsilon,$$

des accroissements imaginaires

$$\overline{x},\ \overline{y},\ \overline{z},\ldots,\ \overline{t},\ \overline{\varpi};$$

de sorte qu'en adoptant les notations du calcul des limites, on ait

$$(9)\qquad \mathcal{A}=\Lambda\,\overline{A},\quad \mathcal{B}=\Lambda\,\overline{B},\ldots,\quad \mathcal{K}=\Lambda\,\overline{K}.$$

En vertu des principes de ce même calcul, et en supposant que, dans l'expression (8), on prenne après les différentiations

$$t=\tau,\quad \varpi=\omega,$$

on trouvera

$$(10)\qquad \text{mod. } D_x^g\, D_y^h \ldots D_t^l\, D_\varpi^m\, K < N\,\frac{K}{\text{x}^g\,\text{y}^h\ldots\,\text{t}^l\,\upsilon^m},$$

la valeur de N étant

$$(11)\qquad N=(1.2\ldots g)(1.2\ldots h)\ldots(1.2\ldots l)(1.2\ldots m).$$

D'autre part, si l'on attribue aux fonctions

$$A,\ B,\ldots,\ K,$$

les formes particulières que déterminent les équations

$$(12)\ A=a\,x^{-1}y^{-1}\ldots t^{-1}\varpi^{-1},\ B=b\,x^{-1}y^{-1}\ldots t^{-1}\varpi,\ldots,\ K=k\,x^{-1}y^{-1}\ldots t^{-1}\varpi^{-1},$$

a, b,..., k désignent des quantités constantes; alors, en posant après les différentiations

$$t=\tau,\quad \varpi=\omega,$$

on trouvera

(13) $$D_x^g\, D_y^h \ldots D_t^l\, D_\varpi^m\, K = N \frac{K}{(-x)^g(-y)^h\ldots(-\tau)^l(-\omega)^m};$$

et, pour obtenir le second membre de la formule (10), il suffira évidemment de prendre, dans le second membre de la formule (13),

(14) $$x = -\mathrm{x}, \quad y = \mathrm{y}, \ldots, \quad \tau = -\mathrm{t}, \quad \omega = -\upsilon,$$

(15) $$K = \mathfrak{K}.$$

Cela posé, soit $\mathfrak{I}_n$ ce que devient, dans l'équation (5), le coefficient

$$I_n = \frac{D_t^n\,\varpi}{1.2.3\ldots n},$$

lorsque, dans les divers termes dont ce coefficient se compose, on remplace les facteurs variables ou de la forme

$$D_x^g\, D_y^h \ldots\ldots D_t^l\, D_\varpi^m\, K$$

par des limites supérieures à leurs modules, tirées de la formule (10) et des formules analogues. Si d'ailleurs on nomme ι le module de $t - \tau$; alors, pour que la série (7) soit convergente, il suffira que la série

(16) $$\mathfrak{I}_1\iota, \quad \mathfrak{I}_2\iota^2, \ldots$$

le soit elle-même; et si, en supposant cette condition remplie, on prend

(17) $$\mathfrak{u} = \mathfrak{I}_1\iota + \mathfrak{I}_2\iota^2 + \ldots,$$

$\mathfrak{u}$ sera précisément ce que devient la valeur de $\varpi - \omega$, tirée de l'équation (1), et donnée par la formule (5), quand on attribue à x, y, z,..., τ, ω les valeurs que déterminent les équations (14), puis à la différence $t - \tau$ et aux constantes

$$a, \; b, \ldots, \; k,$$

les valeurs que déterminent, d'une part, la formule

(18) $$t - \tau = \iota;$$

d'autre part les équations

$$(19) \qquad \mathrm{A} = \mathcal{A}, \quad \mathrm{B} = \mathcal{B}, \ldots, \quad \mathrm{K} = \mathcal{K},$$

jointes aux formules (12), ou plutôt à celles-ci

$$(20) \quad \mathrm{A} = ax^{-1}y^{-1}\ldots\tau^{-1}\omega^{-1}, \quad \mathrm{B} = bx^{-1}y^{-1}\ldots\tau^{-1}\omega^{-1}, \ldots, \quad \mathrm{K} = kx^{-1}y^{-1}\ldots\tau^{-1}\omega^{-1},$$

attendu qu'en calculant la valeur de I_0 on doit, dans les diverses dérivées de A, B,..., K, remplacer t par τ et ϖ par ω. Il nous reste à intégrer l'équation (1) jointe aux formules (12), c'est-à-dire, l'équation linéaire aux dérivées partielles

$$(21) \qquad s = \frac{ap + bq + \ldots + k}{xyz\ldots t\varpi},$$

ou

$$(22) \qquad \frac{sxyz\ldots t\varpi}{ap + bq + \ldots + k} = 1,$$

que l'on peut encore présenter sous la forme

$$(23) \qquad \mathrm{l}\left(\frac{sxyz\ldots t\varpi}{ap + bq + \ldots + k}\right) = 0;$$

et à l'intégrer de manière que la valeur initiale de ϖ se réduise à la constante ω, par conséquent de manière que, pour $t = \tau$, l'on ait

$$(24) \qquad \varpi = \omega, \quad p = 0, \quad q = 0, \ldots.$$

Or, pour intégrer sous ces conditions l'équation (23), il suffira, d'après ce que nous avons dit ailleurs, d'éliminer de nouvelles variables

$$\xi, \ \eta, \ \zeta, \ldots$$

entre les intégrales de la formule

$$(25) \qquad \begin{cases} \dfrac{dx}{\mathrm{P}} = \dfrac{dy}{\mathrm{Q}} = \ldots = \dfrac{dt}{\mathrm{S}} = \dfrac{d\varpi}{\mathrm{P}p + \mathrm{Q}q + \ldots + \mathrm{S}s} \\ = \dfrac{dp}{-(\mathrm{X} + p\Pi)} = \dfrac{dq}{-(\mathrm{Y} + q\Pi)} = \ldots = \dfrac{ds}{-(\mathrm{T} + s\Pi)}, \end{cases}$$

pourvu que l'on suppose

$$(26)\quad \begin{cases} X = \dfrac{1}{x}, \quad Y = \dfrac{1}{y}, \ldots, \quad T = \dfrac{1}{t}, \quad \Pi = \dfrac{1}{\varpi}, \\ P = \dfrac{-a}{ap + bq + \ldots + k}, \quad Q = \dfrac{-b}{ap + bq + \ldots + k}, \ldots, \quad S = \dfrac{1}{s}, \end{cases}$$

et que l'on intègre la formule (25), de manière à vérifier pour $t = \tau$ les conditions (24) jointes à celles-ci :

$$(27)\quad x = \xi, \quad y = \eta, \quad z = \zeta, \ldots, \quad s = \varsigma,$$

la valeur de ς étant

$$(28)\quad \varsigma = \frac{k}{\xi\eta\zeta \ldots \tau\omega},$$

afin que l'une des intégrales dont il s'agit se réduise précisément à l'équation (21).

» Observons maintenant que de la formule (25), jointe aux équations (26), on tire non-seulement

$$\frac{P}{a} = \frac{Q}{b} = \ldots = \frac{Pp + Qq \ldots + \ldots + Ss}{-k},$$

et par suite

$$\frac{dx}{a} = \frac{dy}{b} = \ldots = \frac{d\varpi}{-k},$$

puis en intégrant

$$(29)\quad \frac{x - \xi}{a} = \frac{y - \eta}{b} = \ldots = \frac{\omega - \varpi}{k};$$

mais encore

$$Ss - Tt = 0,$$

et par suite

$$(30)\quad \frac{d\varpi}{Pp + Qq + \ldots + Ss} = \frac{sdt + tds}{-st\Pi} = -\frac{sdt + tds}{\left(\frac{st}{\varpi}\right)}.$$

D'ailleurs les formules (26) et (21) donnent

$$Pp + Qq + \ldots + Ss = \frac{k}{ap + bq + \ldots + k} = \frac{k}{xyz \ldots st\varpi}.$$

Donc la formule (30) pourra être réduite à

$$xyz\ldots\frac{d\varpi}{k}=-\frac{sdt+tds}{s^2t^2}=d\left(\frac{1}{st}\right);$$

et, comme la formule (29) donne

(31) $$x=\xi-\frac{a}{k}(\varpi-\omega),\quad y=\eta-\frac{b}{k}(\varpi-\omega),\ \ldots,$$

on aura encore

$$d\left(\frac{1}{st}\right)=\left(\xi-a\frac{\varpi-\omega}{k}\right)\left(\eta-b\frac{\varpi-\omega}{k}\right)\ldots\frac{d\varpi}{k}.$$

En intégrant cette dernière équation, l'on trouvera

$$\frac{1}{st}-\frac{1}{s\tau}=\int_0^{\varpi-\omega}\left(\xi-a\frac{\theta}{k}\right)\left(\eta-b\frac{\theta}{k}\right)\ldots\frac{d\theta}{k},$$

ou, ce qui revient au même, eu égard à la formule (28),

(32) $$\frac{1}{st}=\xi\eta\zeta\ldots\frac{\omega}{k}+\int_\omega^{\varpi}\left(\xi-a\frac{\theta}{k}\right)\left(\eta-b\frac{\theta}{k}\right)\ldots\frac{d\theta}{k};$$

et si, à l'aide des formules (31), on élimine ξ, η, ζ,... de l'équation (32), celle que l'on obtiendra, et que l'on pourra simplifier en vertu de la formule

$$\int_0^{\varpi-\omega}f(\varpi-\omega-\theta)\,d\theta=\int_0^{\varpi-\omega}f(\theta)\,d\theta,$$

c'est-à-dire, l'équation

(33) $$\frac{1}{st}=\frac{\omega}{k}\left(x+a\frac{\varpi-\omega}{k}\right)\left(y+b\frac{\varpi-\omega}{k}\right)\ldots+\int_0^{\varpi-\omega}\left(x+a\frac{\theta}{k}\right)\left(y+b\frac{\theta}{k}\right)\ldots\frac{d\theta}{k},$$

fournira, sinon la valeur même de l'inconnue ϖ considérée comme une fonction de $x, y, z, \ldots, t$ propre à vérifier la formule (21), du moins une relation entre cette inconnue ϖ et sa dérivée partielle

$$s=D_t\varpi.$$

Cela posé, pour obtenir la valeur même de ϖ, il suffira évidemment de

multiplier par

$$sdt = \mathrm{D}_t \varpi . dt$$

les deux membres de la formule (33), puis d'intégrer ces deux membres, en considérant x, y, z,... comme constantes, et ϖ comme fonction de t. En opérant ainsi, et ayant égard aux formules

$$\int_0^t f(\varpi - \omega)\, \mathrm{D}_t \varpi\, dt = \int_0^{\varpi - \omega} f(\theta)\, d\theta,$$

$$\int_\omega^\varpi \int_0^{\varpi-\omega} f(\theta)\, d\theta\, d\varpi = \int_0^{\varpi-\omega}\int_0^\theta f(\theta)\, d\theta\, d\theta = \int_0^{\varpi-\omega} (\varpi - \omega - \theta) f(\theta)\, d\theta,$$

on trouvera

$$(34) \qquad \mathrm{l}\left(\frac{t}{\tau}\right) = \int_0^{\varpi-\omega} (\varpi - \theta)\left(x + a\frac{\theta}{k}\right)\left(y + b\frac{\theta}{k}\right)\dots\frac{d\theta}{k}.$$

Telle est l'intégrale cherchée de l'équation (21). Il est d'ailleurs facile de s'assurer directement que la valeur de ϖ, déterminée par la formule (34), possède en effet la double propriété de vérifier, quel que soit t, l'équation aux dérivées partielles

$$\mathrm{D}_t \varpi = \frac{a\mathrm{D}_x\varpi + b\mathrm{D}_y\varpi + \dots + k}{xyz\dots t\varpi},$$

et pour $t = \tau$, la condition

$$\varpi = \omega.$$

Ajoutons que l'équation (34) peut encore s'écrire comme il suit

$$(35) \qquad \mathrm{l}\left(\frac{t}{\tau}\right) = \frac{xyz\dots}{k}\int_0^{\varpi-\omega} (\varpi - \theta)\left(1 + \frac{a}{k}\frac{\theta}{x}\right)\left(1 + \frac{b}{k}\frac{\theta}{x}\right)\dots d\theta.$$

» Concevons à présent que l'on veuille calculer la valeur de $\mathfrak{u}$ déterminée par l'équation (17). Pour y parvenir, il suffira de chercher la valeur de $\varpi - \omega$ que fournit l'équation (35) combinée avec les formules (14), (18), (19), (20); par conséquent, il suffira de poser dans l'équation (35) non-seulement

$$x = -\mathrm{x}, \quad y = -\mathrm{y}, \dots, \quad \varpi - \omega = \mathfrak{u}, \quad \varpi = \mathfrak{u} - v, \quad \frac{t}{\tau} = 1 - \frac{1}{\mathrm{t}},$$

mais encore

$$\frac{xyz\dots}{k} = \frac{1}{\mathcal{X} v \mathrm{t}}, \quad \frac{a}{k} = \frac{\mathcal{A}}{\mathcal{X}}, \quad \frac{b}{k} = \frac{\mathcal{B}}{\mathcal{X}}, \ \text{etc.}$$

On trouvera ainsi

(36) $$\mathrm{t}\,l\left(1-\frac{\iota}{\mathrm{t}}\right)^{-1}=\int_0^{\varsigma}\left(1+\frac{\theta-\varsigma}{\upsilon}\right)\left(1-\frac{\mathcal{A}}{\mathcal{H}}\frac{\theta}{\mathrm{x}}\right)\left(1-\frac{\mathcal{B}}{\mathcal{H}}\frac{\theta}{\mathrm{y}}\right)\cdots\frac{d\theta}{\mathcal{H}};$$

puis en posant, pour abréger,

(37) $$\mathrm{t}\,l\left(1-\frac{\iota}{\mathrm{t}}\right)^{-1}=\varepsilon,$$

(38) $$s_1=\frac{\mathcal{A}}{\mathcal{H}\mathrm{x}}+\frac{\mathcal{B}}{\mathcal{H}\mathrm{y}}+\ldots,\quad s_2=\frac{\mathcal{A}}{\mathcal{H}\mathrm{x}}+\frac{\mathcal{B}}{\mathcal{H}\mathrm{y}}+\ldots,\ \text{etc.},$$

on en conclura

(39) $$\varepsilon=\left[1-\frac{\varsigma}{2}\left(s_1+\frac{1}{\upsilon}\right)+\frac{\varsigma^2}{3}\left(s_2+\frac{s_1}{2\upsilon}\right)-\frac{\varsigma^3}{4}\left(s_3+\frac{s_2}{3\upsilon}\right)+\ldots\right]\frac{\varsigma}{\mathcal{H}}.$$

Si d'ailleurs on nomme n le nombre des variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

l'équation (39), résolue par rapport à ς, offrira $n+1$ racines, et celle de ces racines qui s'évanouira en même temps que ε sera précisément la valeur de ς que détermine l'équation (17). La racine dont il s'agit, développée en série suivant les puissances ascendantes de ε, se déduira aisément, par le théorème de Lagrange, de l'équation (39), présentée sous la forme

(40) $$\varsigma=\left[1-\frac{\varsigma}{2}\left(s_1+\frac{1}{\upsilon}\right)+\frac{\varsigma^2}{3}\left(s_2+\frac{s_1}{2\upsilon}\right)-\frac{\varsigma^3}{4}\left(s_3+\frac{s_2}{3\upsilon}\right)+\ldots\right]^{-1}\mathcal{H}\varepsilon,$$

et se réduira simplement à

(41) $$\left\{\begin{aligned}&\varsigma=\mathcal{H}\varepsilon+\left(\frac{\mathcal{A}}{\mathrm{x}}+\frac{\mathcal{B}}{\mathrm{y}}+\ldots+\frac{\mathcal{H}}{\upsilon}\right)\mathcal{H}\frac{\varepsilon^2}{1.2}\\&+\left[3\left(\frac{\mathcal{A}^2}{\mathrm{x}^2}+\frac{\mathcal{B}^2}{\mathrm{y}^2}+\ldots+\frac{\mathcal{H}^2}{\upsilon^2}\right)+4\left(\frac{\mathcal{A}}{\mathrm{x}}\frac{\mathcal{B}}{\mathrm{y}}+\ldots\right)+5\left(\frac{\mathcal{A}}{\mathrm{x}}+\frac{\mathcal{B}}{\mathrm{y}}+\ldots\right)\frac{\mathcal{H}}{\upsilon}\right]\mathcal{H}\frac{\varepsilon^3}{1.2.3}\\&+\text{etc.}\ldots\end{aligned}\right.$$

Si l'on substitue dans cette dernière équation la valeur de ε développée en série suivant les puissances ascendantes de ι, savoir,

(42) $$\varepsilon=\iota+\frac{1}{2}\frac{\iota^2}{\mathrm{t}}+\frac{1}{3}\frac{\iota^3}{\mathrm{t}^2}+\ldots,$$

on obtiendra une valeur de κ composée, comme on devait s'y attendre, de termes tous positifs, et respectivement supérieurs aux modules des termes correspondants de la série qui, en vertu de l'équation (5), représenterait le développement de la différence $\varpi - \omega$, suivant les puissances ascendantes de $t - \tau$. Ajoutons que les séries comprises dans les seconds membres des formules (41), (42), ne cesseront pas d'être convergentes, tant qu'on aura simultanément

$$(43)\qquad \iota < \mathrm{t},$$

et

$$(44)\qquad \iota < \left[1 - \frac{\alpha}{2}\left(s_1 + \frac{1}{\upsilon}\right) + \frac{\alpha^2}{3}\left(s_2 + \frac{s_1}{2\upsilon}\right) - \frac{\alpha^3}{4}\left(s_3 + \frac{s_2}{3\upsilon}\right) + \ldots\right]\frac{\alpha}{\mathcal{K}},$$

α étant la plus petite valeur positive de κ, propre à vérifier l'équation

$$(45)\qquad \mathrm{D}_\kappa \int_0^\kappa \left(1 + \frac{\theta - \kappa}{\upsilon}\right)\left(1 - \frac{\mathcal{A}}{\mathcal{K}}\frac{\theta}{\mathrm{x}}\right)\left(1 - \frac{\mathcal{B}}{\mathcal{K}}\frac{\theta}{\mathrm{y}}\right)\ldots d\theta = 0,$$

ou, ce qui revient au même, la plus petite racine positive de l'équation

$$(46)\qquad 1 - \kappa\left(s_1 + \frac{1}{\upsilon}\right) + \kappa^2\left(s_2 + \frac{s_1}{2\upsilon}\right) - \kappa_3\left(s_3 + \frac{s_2}{2\upsilon}\right) + \ldots = 0.$$

Lorsque le module ι de $t - \tau$ conservera une valeur assez petite pour que les conditions (44) soient satisfaites, la convergence de la série (16) entraînera celle de la série (7), ou, en d'autres termes, la formule (41) entraînera l'équation (5); et alors la somme de la série (7), c'est-à-dire la valeur de la différence $\varpi - \omega$, déterminée par l'équation (5), vérifiera certainement l'équation (1), si d'ailleurs le module de cette différence est inférieur à υ, ce qui aura nécessairement lieu si l'on a

$$(47)\qquad \upsilon > \alpha.$$

D'ailleurs on peut s'assurer que l'équation (45) entraîne toujours la formule (47). En conséquence, on peut énoncer la proposition suivante.

» *Théorème.* Supposons l'inconnue ϖ assujettie, 1° à vérifier, quel que soit t, l'équation

$$\mathrm{D}_t\varpi = \mathrm{A}\mathrm{D}_x\varpi + \mathrm{B}\mathrm{D}_y\varpi + \ldots + \mathrm{K},$$

dans laquelle A, B,..., K désignent des fonctions données de cette inconnue et des variables indépendantes $x, y, z, \ldots, t$; 2° à vérifier, pour $t = \tau$, la condition

$$\varpi = \omega,$$

ω étant une constante donnée. Soient d'ailleurs

$$\overline{\mathrm{A}}, \ \overline{\mathrm{B}}, \ldots, \overline{\mathrm{K}}$$

ce que deviennent les fonctions

$$\mathrm{A}, \ \mathrm{B}, \ldots, \ \mathrm{K},$$

lorsque, après avoir réduit t à τ, et ϖ à ω, on attribue aux quantités

$$x, \ y, \ z, \ldots, \quad t = \tau, \quad \varpi = \omega$$

des accroissements imaginaires

$$\bar{x}, \ \bar{y}, \ \bar{z}, \ldots, \bar{t}, \ \bar{\varpi}.$$

Supposons encore les modules de ces accroissements imaginaires représentés par

$$\mathrm{x}, \ \mathrm{y}, \ \mathrm{z}, \ldots, \ \mathrm{t}, \ \upsilon,$$

et tellement choisis que, pour ces modules ou pour des modules plus petits, les fonctions

$$\overline{\mathrm{A}}, \ \overline{\mathrm{B}}, \ldots, \overline{\mathrm{K}}$$

restent fonctions continues des arguments et des modules des accroissements dont il s'agit. Enfin soient

$$\mathcal{A}, \ \mathcal{B}, \ldots, \ \mathcal{K}$$

les plus grands modules des fonctions

$$\overline{\mathrm{A}}, \ \overline{\mathrm{B}}, \ldots, \overline{\mathrm{K}}$$

correspondants aux modules

$$\mathrm{x}, \ \mathrm{y}, \ \mathrm{z}, \ldots, \ \mathrm{t}, \ \upsilon$$

des accroissements imaginaires

$$\overline{x},\ \overline{y},\ \overline{z},\ldots,\ \overline{t},\ \overline{\varpi},$$

et nommons ι le module de la différence $t-\tau$. L'inconnue ϖ sera développable, par la formule de Taylor, en une série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de la différence $t-\tau$, si le module ι de $t-\tau$ est assez petit pour que les conditions (43) et (44) se vérifient. Alors aussi, en arrêtant après un certain nombre de termes la série (7), c'est-à-dire le développement de $\varpi-\omega$ suivant les puissances ascendantes de $t-\tau$, on obtiendra un reste dont le module sera inférieur au reste correspondant de la série (16), qui représente le développement de υ suivant les puissances ascendantes de ι.

» Si les fonctions

$$\mathrm{A},\ \mathrm{B},\ldots \mathrm{K}$$

ne renfermaient pas explicitement la variable t, on pourrait, dans le second membre de chacune des formules (12), supprimer le facteur t^{-1}. Par suite, on devrait, dans les formules (32), (35) et (36), remplacer

$$\frac{1}{st},\quad \mathrm{l}\left(\frac{t}{\tau}\right),\quad \text{et}\quad t\,\mathrm{l}\left(1-\frac{\iota}{t}\right)$$

par

$$\frac{1}{s},\quad t-\tau,\quad \text{et}\quad \iota.$$

Par suite aussi, la condition (43) disparaîtrait, et l'on devrait, dans les formules (39), (41), (44), poser

$$\varepsilon=\iota.$$

» Nous avons supposé, dans ce qui précède, que la valeur ω de ϖ, correspondante à $t=\tau$, était une valeur constante. Pour ramener à ce cas particulier, et même au cas où l'on aurait $\omega=0$, le cas général dans lequel ω serait représenté par une certaine fonction

$$\mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots)$$

des variables indépendantes autres que la variable t, il suffira évidemment de remplacer l'inconnue ϖ par une autre inconnue équivalente à $\varpi-\omega$.

» Les principes que nous venons d'appliquer à l'intégration par série d'une seule équation linéaire aux dérivées partielles peuvent être évidemment étendus à l'intégration d'un système de semblables équations, et par suite, en vertu des observations faites dans le préambule de ce Mémoire, à l'intégration des équations non linéaires C'est d'ailleurs ce que nous expliquerons plus en détail dans un autre article.

» *Nota.* Les équations aux dérivées partielles se réduisent simplement à des équations différentielles, quand les variables indépendantes se réduisent à une seule. En conséquence, les résultats de l'analyse que nous venons d'exposer doivent comprendre ceux que nous avons obtenus dans le précédent Mémoire. C'est ce qu'il est aisé de reconnaître en comparant les résultats avec les formules établies dans le *Compte rendu* de la dernière séance. »

Note sur l'application du calcul des limites à l'intégration des équations différentielles de notre système planétaire; par M. **A. Cauchy.**

« Cette application sera exposée avec plus de détails dans un prochain article. »

M. le **Président** demande à la Section de Médecine et de Chirurgie si elle est en mesure de faire une proposition relativement à la vacance qu'a laissée dans son sein la mort de M. *Double.*

M. *Serres* répond que la Section s'est réunie pour s'occuper de cette question, et qu'elle a pris une résolution dont elle développera les motifs dans le comité secret qui suivra la séance.

Sur la demande de M. *Roux*, appuyée par M. *de Blainville*, l'Académie décide que cette communication sera faite en comité secret dans la séance prochaine, et que MM. les membres seront avertis, par lettres à domicile, de l'objet de la convocation.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE. — *Recherches sur la gestation dans l'espèce humaine; par* M. **Coste.** 1er Mémoire. — *Caduque utérine.* (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Flourens, Breschet, de Blainville.)

« M. le docteur Coqueret, ayant bien voulu me donner la matrice d'une

femme morte enceinte de deux mois et demi environ, j'ai observé les particularités suivantes sur la membrane caduque utérine.

» Sa face externe, lisse, polie, d'une couleur blanche rougeâtre, était criblée d'une multitude de trous assez régulièrement ovalaires ou circulaires, d'un diamètre variable, mais tous visibles à l'œil nu, et donnant à cette membrane un aspect particulier qui est un des principaux caractères de sa configuration extérieure.

» Du côté des oviductes, j'ai pu constater positivement qu'elle s'engageait dans les trompes de Fallope et qu'elle y envoyait des prolongements qui n'en bouchaient pas l'entrée, mais qui, au contraire, la laissaient perméable, car ces prolongements étaient creux, comme on peut s'en assurer encore. J'ai coupé, pour cela, la caduque de manière à laisser un petit lambeau qui permet d'observer la disposition en entonnoir qu'elle affecte à son entrée dans les tubes.

» Ce fait est peu favorable à l'opinion de ceux qui admettent que les prolongements tubaires de la caduque sont toujours pleins, solides, et bouchent l'entrée des oviductes sous forme de cordons concrets. Je ne veux point affirmer par là qu'il n'y a pas des cas dans lesquels les choses se passent comme on l'a dit; mais je déclare que, dans celui dont il s'agit ici, les prolongements tubaires de la caduque sont creux, et que par conséquent l'ovule n'aurait pas rencontré d'obstacle mécanique à son entrée dans la cavité de cette dernière, s'il s'était présenté. Mais je n'ai pas à m'occuper aujourd'hui d'une semblable question. Je constate des faits matériels; plus tard, quand ils seront assez nombreux ou suffisamment établis, on verra jusqu'à quel point ils peuvent se concilier avec les idées que l'on se fait du mécanisme de la descente de l'ovule et de son enveloppement chez l'espèce humaine.

» Voyons maintenant comment la membrane caduque se comporte du côté du museau de tanche.

» Un certain nombre d'anatomistes admettent, contre l'opinion de Hunter, que, du côté du museau de tanche, la caduque est constamment fermée, et que, même dans quelques cas, elle y envoie un prolongement qui en oblitère l'entrée à la manière d'un bouchon qui ne permettrait jamais de pénétrer dans sa cavité sans rompre les parois.

» La pièce dont je donne en ce moment une description rapide est, encore ici, une exception à la règle, trop générale ce me semble, que l'on a voulu établir. Elle prouve, tout au moins, que les deux cas peuvent se présenter. En effet, sur la pièce en question, la membrane caduque vient

se terminer en mourant sur le pourtour de l'ouverture supérieure du col utérin, où elle semble se continuer avec les plis de la muqueuse qui le tapisse. Cependant une ligne noire en indique la limite. Elle est donc ouverte du côté du col, et par conséquent l'on peut pénétrer dans sa cavité en suivant cette issue sans entamer ses parois.

» Maintenant que j'ai fait connaître d'une manière générale les particularités qu'elle présente à sa face externe, voyons quelles sont les observations que nous permettra de faire l'étude de sa face opposée, c'est-à-dire de celle par laquelle elle est en rapport avec les parois de l'utérus qu'elle recouvre.

» Il est des auteurs qui pensent (et un grand nombre de médecins partagent ce sentiment) que la caduque humaine n'a, avec la face interne de l'utérus, aucun lien de continuité, et que tous leurs rapports se réduisent à une sorte d'adossement ou de juxtaposition. Ils la comparent à un simple mucus concrété qui, à aucune époque de son développement, ne présenterait de trace d'organisation; on lui a même donné un nom qui a pour but d'exprimer qu'elle est tout à fait privée de texture; on l'a appelée enfin membrane *anhiste*.

» Pour m'assurer de ce qu'il pouvait y avoir de réel dans une semblable manière de voir, j'ai détaché lentement la membrane caduque de la face interne de l'utérus, en ayant le soin d'observer avec attention ce qui se passait au moment où les lambeaux que je désunissais cessaient d'être en contact; mais, au lieu d'assister au décollement de deux parties juxtaposées, ou au moins faiblement unies, j'ai vu de véritables ruptures s'opérer dans le tissu intermédiaire assez mou qui les tenait visiblement confondues. Je me suis ensuite armé d'un instrument grossissant et, en poursuivant la séparation, j'ai confirmé, d'une manière plus concluante encore, les résultats d'un premier examen. Les choses sont même dans un tel état, la continuité est si prononcée, qu'il est impossible, à l'époque dont je parle, de distinguer où finit le tissu de la matrice et où commence celui de la membrane caduque; on dirait que tout cela ne forme plus maintenant qu'un seul et même organisme. Aussi, quand la désunion est accomplie, trouve-t-on la face interne de l'utérus inégale, déchirée, offrant partout des lambeaux de fibrilles et de tissus flottants, tout aussi évidemment rompus que ceux que présente la face correspondante de la caduque.

» Après avoir constaté ces faits, je voulus savoir si, au milieu du tissu cellulo-filamenteux qui se rompait ainsi, il ne serait pas possible de découvrir des vaisseaux sanguins qui le traverseraient pour aller de la matrice dans la membrane caduque.

» Pour atteindre ce but, j'observai d'abord la face interne de l'utérus sur les points où le décollement avait déjà été opéré, et je vis qu'elle présentait un certain nombre d'ouvertures ovalaires ou sémilunaires, béantes, visibles à l'œil nu. J'y introduisis la pointe d'une aiguille mousse, et je pénétrai directement dans les sinus utérins sur les parois desquels quelques-unes de ces ouvertures se montraient comme des fenêtres. Je portai ensuite mon attention sur la face correspondante de la caduque, et je pus me convaincre qu'il y avait aussi des ouvertures de même forme, de même dimension, et qui semblaient indiquer les traces d'une solution de continuité dans le trajet de vaisseaux volumineux qui, dans cette hypothèse, auraient lié cette membrane à la substance même de la matrice, quand leur désunion n'avait point encore été pratiquée.

» Je poursuivis alors de nouveau le décollement, et, au milieu du tissu intermédiaire qui se déchirait, je pus voir, en effet, des sinus utérins qui se rompaient et qui semblaient laisser sur la caduque une portion de leur substance qui s'y prolongeait. Les sinus dont je parle ne sont pas en petit nombre, comme on pourrait le croire, mais ils existent en si grande abondance, qu'on en voit sur presque tous les points des faces désunies de l'utérus et de la membrane caduque.

» Mais ces sinus, qui appartiennent manifestement au tissu de l'utérus, se prolongent-ils bien en réalité dans la substance de la caduque par les ouvertures que cette dernière montre sur sa face décollée?... Voici ce que l'observation directe m'a appris, et par quel procédé je suis arrivé à ce résultat :

» J'ai commencé d'abord par introduire une petite sonde cannelée par les ouvertures les plus larges que j'ai pu trouver sur la face interne de la membrane caduque, et j'ai vu l'instrument s'y enfoncer obliquement dans une longueur assez notable sans qu'il rencontrât aucune résistance, tant du moins qu'il était dirigé dans un sens convenable; puis, avec des ciseaux très-fins, j'ai incisé les parois du canal dans lequel une sonde était engagée.

» Cette opération terminée, j'ai pu saisir avec des pinces les lambeaux de mon incision, et voir, en les écartant, que j'avais sous les yeux un véritable vaisseau à parois lisses, et qui, dans certains points, n'avait pas un calibre moindre que celui d'une plume à écrire et semblait partout tapissé par une pellicule très-fine.

» En poursuivant la dissection, j'ai pu voir ce canal vasculaire se prolonger dans une très-grande étendue des parois de la membrane caduque, et

distinguer, sur son trajet, un grand nombre d'ouvertures anastomotiques, venant s'y aboucher latéralement, de distance en distance; de telle sorte qu'il se trouvait communiquer avec une foule d'autres canaux dont le calibre n'était pas inférieur au sien.

» J'ai fait les mêmes recherches sur presque tous les points des parois de la membrane caduque, et j'ai pu m'assurer que partout il y avait une disposition semblable, ou du moins fort analogue.

» Or, si tel est le véritable état des choses (et c'est un fait qu'il me sera facile de mettre en évidence), il s'ensuit que la membrane caduque utérine, au lieu d'être constituée par un simple mucus inorganisé, se trouve parcourue par une multitude de canaux à large calibre, émanant directement des sinus utérins, et formant un vaste plexus dans lequel le sang circule en si grande abondance, qu'il forme dans ses parois comme un vaste lac, décomposé, si l'on peut ainsi dire, en un certain nombre de méats anastomosés.

» Ces méats sont dans une si étroite connexion avec les sinus utérins, ils communiquent si largement avec eux, qu'il est impossible de savoir le point où les uns commencent et où les autres finissent. On passe des uns dans les autres avec une telle facilité, que l'on serait tenté de croire qu'ils ne sont qu'une seule et même chose. On est au moins forcé de reconnaître que les vaisseaux de la caduque ne sont qu'une sorte de diverticulum de ceux de la matrice.

» La membrane caduque de l'espèce humaine n'est donc pas anhiste, comme on l'a supposé, car il est impossible de concevoir une substance plus largement vasculaire que celle de ses parois. »

ANATOMIE.—*Recherches sur la structure intime des poumons dans l'homme et les mammifères ; par* M. **Bourgery.** (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Il y a six ans (16 mai 1836), M. Bourgery annonça, dans une lettre à l'Académie des Sciences, une nouvelle théorie de la structure intime des poumons.

» Ce travail, ayant pris une extension considérable, présente plusieurs divisions qui seront l'objet d'autant de Mémoires particuliers.

» 1°. L'anatomie normale microscopique des poumons avec ses applications physiologiques;

» 2°. L'anatomie pathologique microscopique;

» 3°. Des recherches anatomico-physiologiques sur la forme générale des vaisseaux pulmonaires;

» 4°. Des expériences physiologiques sur la capacité aérienne ou la perméabilité du poumon à l'air, sous des conditions différentes, dans les deux sexes et à divers âges.

» C'est l'anatomie normale microscopique qui fait l'objet de ce premier Mémoire.

» L'auteur établit d'abord qu'au moment où il commença ses recherches, il existait, sur la structure intime des capillaires aériens, trois théories représentées par les noms de leurs auteurs, Malpighi, Willis et Helvétius. Malpighi (1661), le premier qui ait découvert la structure membrano-caverneuse des poumons, avait cru reconnaître que le tissu fonctionnel de cet organe est formé par un nombre presque infini de vésicules orbiculaires et sinueuses, communiquant toutes les unes dans les autres. Helvétius (1718), avec quelques variantes quant à la nature du tissu, avait admis, comme Malpighi, des cellules abouchées les unes avec les autres dans toute l'étendue d'un lobule et sans communication d'un lobule à l'autre; mais, avant lui, Willis avait représenté le tissu du poumon comme étant formé de prolongements émanés des dernières bronchioles, sans communication aucune les unes avec les autres, et qui se dirigent en rayonnant vers la périphérie, où ils se terminent par une extrémité aveugle. Cette théorie est la même qui a obtenu naguère beaucoup de faveur sous le nom de Reisseisen.

» M. Bourgery regarde comme une question préjudicielle d'une grande importance celle qui a rapport au mode de préparation des poumons; Malpighi et Helvétius ont surtout étudié le poumon insufflé; Willis, Reisseisen et ses continuateurs ont principalement mis en usage l'injection avec le mercure. Ces deux modes exclusifs de préparation, dit l'auteur, expliquent la différence des théories qui ont frappé les observateurs; lui-même a fait usage de tous les genres d'injection, mais il conseille d'étudier le poumon desséché à l'état d'insufflation et ses vaisseaux injectés, ce moyen offrant l'avantage de laisser voir partout dans les profondeurs les canaux restés diaphanes, tandis que ces canaux sont masqués par les injections opaques qui ne permettent de voir que la surface de premier plan.

» En observant sous le microscope l'appareil capillaire aérien d'un poumon ainsi préparé, on voit qu'il se compose de petits canaux sinueux, séparés par des cloisons qui renferment les vaisseaux. L'aspect de ces canaux est partout le même, quelle que soit, par rapport aux surfaces pleurétiques, l'inclinaison de la coupe suivant laquelle on les observe. Tous sont égale-

ment variés de direction; les uns, en plus grand nombre, plus ou moins perpendiculaires aux surfaces, ou obliques à section conique; et çà et là quelques autres, parallèles ou horizontaux, coupés en travers suivant leur longueur, et qui se présentent en forme de gouttières. Tous ces canaux sont très-flexueux et s'abouchent, aux extrémités et sur leur contour, les uns dans les autres par un grand nombre d'orifices.

» Tels sont, dit M. Bourgery, dans leurs généralités, les véritables capillaires aériens des poumons. Ces canaux, contournés sous toutes les inclinaisons, circonscrivant, entre leurs anses, des trajets sinueux que parcourent les vaisseaux, et s'abouchant tous les uns avec les autres, donnent l'idée d'un espace très-divisé, à milliers d'embranchements tortueux, incessamment continu avec lui-même, et où il n'y a rien de terminal que l'orifice d'entrée où se trouve également ramenée la sortie. C'est en un mot l'image d'un véritable *labyrinthe* à trois dimensions, ce qui a engagé l'auteur à nommer ces conduits *canaux labyrinthiques aérifères*, pour les distinguer des *canaux ramifiés* qui forment la terminaison de l'arbre bronchique.

» Pour comprendre ces derniers, il faut remonter à la composition méthodique du lobule. Chaque lobule reçoit ordinairement un seul rameau bronchique central, qui forme l'arbre commun de ses divisions aériennes et atteint l'extrémité périphérique du lobule. A partir de cet arbre central décroissant, naissent en succession alterne et rayonnant en étoile, dans toutes les directions, des ramuscules secondaires qui constituent les *canaux ramifiés bronchiques*, expansion dernière de l'arbre trachéal. Chacun de ceux-ci se termine par un petit renflement irrégulier, sinueux, allongé, unique, bifide ou trifide, criblé, dans chaque compartiment, par un ou plusieurs orifices labyrinthiques, et s'abouchant au fond avec l'un d'eux, qui fait suite au canal d'origine.

» Une fois entré dans le système labyrinthique, comme il a été dit plus haut, l'aspect est partout le même.

» Voici pour l'appareil capillaire aérien. Dans une seconde lecture, l'auteur tracera l'exposition de l'appareil capillaire sanguin et l'accord physiologique des deux appareils entre eux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition de l'acide phosphorique et des phosphates; par* M. LONGCHAMP. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« J'ai pour but, dans ce travail, de faire voir que la composition de l'a-

cide phosphorique est PO^2 et non P^2O^5, comme on l'admet, et d'établir que dans les phosphates l'oxygène de l'acide est deux fois seulement celui de la base, et non deux fois et demie.

» Les phosphates sont un genre de sels trop important pour que cette question ne fixe pas l'attention; mais, de plus, les chimistes concevront facilement qu'il ne s'agit pas seulement ici des phosphates, car la composition de ce genre de sels entraîne nécessairement celle de tous ceux qui sont formés par un acide dont l'expression est R^2O^5 : c'est donc, si l'on en excepte les sulfates et les carbonates, presque tous les genres principaux de sels dont la composition est ici mise en question.

» Dans ses anciennes tables comme dans les nouvelles, M Berzélius donne les proportions suivantes du phosphate de soude cristallisé : soude, 17,88; acide phosphorique, 20,40; eau, 61,72. Dans le tome III de son *Traité de Chimie*, M. Berzélius consigne un résultat de M. Clarke, qui, dit-il, était tout à fait inattendu, et duquel il résulte que le phosphate de soude ne contient pas seulement 61,72 d'eau, mais bien 64,15. Dans mon travail sur l'*Analyse de l'acide phosphorique et des phosphates*, lu à l'Académie des Sciences le 30 juin 1833, j'ai donné 64,00.

» Ainsi on ne peut plus contester aujourd'hui que le phosphate de soude ne contienne une proportion d'eau plus élevée que celle consignée dans les Tables de M. Berzélius. Eh bien, de ce seul fait on peut conclure que la composition admise des phosphates est fausse; car, au lieu d'avoir 38,28 de sel anhydre dans 100 de sel cristallisé, on n'a plus que 36,00, c'est-à-dire une différence de 2,28. Ferez-vous porter cette différence sur la base (17,88)? Alors vous aurez un phosphate composé de :

soude.............	43,34,	oxygène...	11,09;
acide phosphorique...	56,66,	oxygène...	31,75;

et l'oxygène de l'acide est à celui de la base comme 11 à 32 ou 1 à 3.

» Ferez-vous porter la différence sur l'acide (20,40)? Alors vous aurez un phosphate composé de :

soude.............	49,66,	oxygène...	12,70;
acide phosphorique...	50,34,	oxygène...	28,21;

et l'oxygène de l'acide est à celui de la base comme 12,7 à 28,2, au lieu de 12,7 à 31,75, comme l'exigerait le rapport de 1 à 2,5. Ainsi, de ce seul fait que le phosphate de soude cristallisé contient 64,00 d'eau au lieu de

61,72, il faut en conclure que, dans les phosphates, l'oxygène de l'acide n'est pas deux fois et demie celui de la base, et c'est la conclusion que j'avais tirée en 1823.

» Pour savoir si c'est sur l'acide ou sur la base que doit porter la différence 2,28, j'analyse par le nitrate de baryte et par le chlorure de barium le phosphate de soude cristallisé.

» Voulant contrôler cette analyse par celle du phosphate de baryte obtenu, je dissous une partie de ce phosphate dans l'acide nitrique, une autre dans l'acide hydrochlorique, et ces deux dissolutions, précipitées par l'acide sulfurique, donnent un poids de sulfate d'où je conclus que le phosphate de baryte est composé de : baryte, 69,37; acide phosphorique, 30,63, ce qui me fait connaître que 100 de phosphate de soude cristallisé contenaient 18,78 d'acide. J'aurais dû obtenir seulement 18,12 (20,40 — 2,28 = 18,12), mais probablement qu'il est resté un peu de baryte dissoute soit par l'acide phosphorique mis à nu, soit par l'acide (nitrique ou hydrochlorique) qui dissolvait le phosphate. Quoi qu'il en soit, on voit que la perte 2,28 porte sur l'acide et non sur la base, et le phosphate de soude anhydre est composé de : soude, 49,67; acide phosphorique, 50,33.

» C'est à peu près vers le temps que j'obtenais ces résultats (1823) que j'adoptais la loi que j'ai depuis présentée, et de laquelle il résulte qu'*entre deux éléments de nature contraire, il ne peut jamais y avoir que trois combinaisons :*

$$A^2B, \quad AB, \quad AB^2,$$

A désignant l'élément électro-positif et B l'élément électro-négatif.

» Mon premier soin fut de soumettre mes résultats sur les phosphates à cette loi, et je reconnus qu'ils en recevaient une explication parfaitement satisfaisante : j'admis donc deux atomes d'oxygène dans l'acide phosphorique, au lieu de deux atomes et demi. Comme les 49,67 de soude contenus dans 100 de phosphate représentent deux atomes de soude, dont le poids atomique est 781,79, les 50,33 d'acide représenteront un poids atomique de 792,18, lequel doit être celui de deux atomes d'acide phosphorique. En retranchant donc 400 de 792,18, il reste 392,18 pour l'atome double de phosphore et 196,09 pour l'atome. M. Berzélius donne 196,14. Puisque 792,18 d'acide contiennent 400 d'oxygène, 50,33 en contiendront 25,41, et la composition du phosphate de soude sera :

soude..............	49,67,	oxygène..	12,70;
acide phosphorique...	50,33,	oxygène..	25,41.

» On ne peut pas trouver par l'expérience un rapport plus mathématiquement exact, et l'on va voir que la composition du phosphate de baryte le donne à un aussi haut degré. 6 grammes de phosphate de soude cristallisé contenant, d'après l'analyse ci-dessus, 1,087 d'acide, ont produit 3,7 de phosphate de baryte; donc ce sel est composé de :

baryte.............	2,613,	70,62,	oxygène...	7,38;
acide phosphorique...	1,087,	29,38,	oxygène...	14,84.

» On voit, par ces résultats, que dans les phosphates l'oxygène de l'acide est deux fois celui de la base, lorsque l'on admet P^2O^4 au lieu de P^2O^5.

» Mais pourquoi P^2O^4 au lieu de PO^2? On va le voir par la composition des acides phosphoriques hydratés, et l'on reconnaîtra en même temps que cette composition, que je donne, explique les différentes propriétés de ces acides, ce qui, dans l'état actuel de la science, ne pouvait être expliqué; car puisque, selon les chimistes, l'acide phosphorique chauffé au rouge n'a pas changé de nature, pourquoi précipite-t-il alors en blanc les sels d'argent que l'acide non chauffé précipitait en jaune? pourquoi l'acide chauffé au rouge précipite-t-il l'albumine que dissout, au contraire, l'acide non chauffé? Tout cela s'explique dans ma théorie, car l'acide chauffé a changé de nature, ainsi qu'on va le voir.

» 2 (PO^2) est l'acide provenant de la combustion vive du phosphore dans l'oxygène sec; c'est aussi celui qui provient du phosphate d'ammoniaque chauffé au rouge blanc pendant une heure. Dans ce dernier cas il est vitreux et ne se dissout dans l'eau qu'après un long contact avec ce liquide; mais alors, pendant ce contact, il a changé de nature. Soient donc 2 (PO^2) combinés avec 2 (H^2O), on a :

$$(c) \qquad (PO^2, H^2O^2) + (PO, H^2O).$$

» On voit qu'un des deux atomes de 2 (PO^2) a perdu un atome d'oxygène qui s'est combiné avec un atome d'eau pour former ce que j'appelle l'*oxyde hydrogénique* (eau oxygénée). Voilà pourquoi il y a toujours deux atomes d'acide phosphorique qui entrent dans la composition des phosphates. Si vous faites chauffer à 215 degrés, il reste $(PO^2, H^2O^2) + PO$ (*b*), et il se dégage H^2O du second membre de la formule (*c*). Si vous faites chauffer ce nouvel acide au rouge, H^2O du premier membre est enlevé, et le second O de H^2O^2 se reporte sur OP du second membre de la formule (*b*), pour

reformer l'acide primitif 2 (PO^2). Nous avons donc :

(*a*) 2 (PO^2)........................ acide métaphosphorique ;
(*b*) (PO^2, H^2O^2) + (PO)............. acide pyrophosphorique des pyrophosphates acides ;
(*c*) (PO^2, H^2O^2) + (PO, H^2O)........ acide pyrophosphorique des pyrophosphates neutres ;
(*d*) (PO^2, H^2O^2) + (PO, H^2O) + H^2O.. acide des nouveaux phosphates trouvés par M. Graham.

» Je conçois que ces formules blessent le sentiment d'un assez grand nombre de chimistes; mais qu'elles soient fondées ou non, que la doctrine des acides hydrogéniques d'où elles sont déduites soit admise ou rejetée, il n'en est pas moins vrai que, toute idée théorique à part, la balance nous prouve que l'acide phosphorique n'est point formé de P^2O^5, mais bien de PO^2, et que dans les phosphates l'oxygène de l'acide n'est pas deux fois et demie celui de la base, mais seulement deux fois.

» On conçoit, sans que je m'étende sur ce sujet, que les nombres donnés par les tables ne sont plus exacts, et que l'on obtiendra la composition d'un phosphate quelconque en combinant un atome double d'acide phosphorique = 792,18 avec deux atomes de base. »

M. **Renoux Graves** lit un Mémoire ayant pour titre : « *Mémoire sur la navigation aérienne, suivi du plan d'un navire aérien conçu d'après un système entièrement nouveau.* »

(Commissaires, MM. Piobert, Séguier.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Dufrénoy** présente, au nom de l'auteur, M. **Thenard**, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, une Note ayant pour titre : *Comparaison du parachoc de* M. Franchot *et des freins de* M. Thenard, *ingénieur en chef, proposés à l'Académie des Sciences, pour éviter les accidents causés par une trop grande vitesse sur les chemins de fer.*

« Le parachoc à ressorts et à articulations est la réalisation ingénieuse de la première idée qui s'offre à l'esprit pour éviter, sur les chemins de fer, des accidents analogues à celui qui a consterné Paris et Versailles. Mais on

reconnaît bientôt que, pour obtenir un succès, il existerait de grandes difficultés dans l'application de toute combinaison faite sur cette idée.

» En effet, l'emploi d'un ressort (corps élastique) susceptible de réagir et de repousser chacun des waggons du convoi, presqu'aussi fortement qu'ils l'auraient comprimé successivement, ne devrait-il pas donner lieu, entre un waggon repoussé et un waggon arrivant, à un choc plus fort que celui que l'on voudrait éviter?

» Sans doute les divers temps des mouvements d'action et de réaction seraient très-courts; néanmoins le second waggon ne serait pas arrivé au bout de son mouvement de compression aussitôt que le premier: de là résulterait un entrechoquement bien dangereux; et si l'on considère quel en serait l'effet, lorsque, d'une part, la moitié des waggons étant arrivés et ayant comprimé les ressorts jusqu'à leur demi-puissance, d'autre part, l'autre moitié de ces waggons serait lancée en sens opposé de la réaction des ressorts comprimés, on sera effrayé des résultats probables.

» L'examen de tout système de parachoc fondé sur l'emploi des ressorts conduit donc promptement à la nécessité de diviser le parachoc unique de M. Franchot, compressible sur 9 mètres de longueur, en autant de parachocs de moindre force qu'il y aurait de waggons dans un convoi, en plaçant l'appareil compressible sur le devant de chaque waggon..... Le système de freins répartissant le frottement sur chaque waggon n'a pas l'inconvénient dont nous venons de parler, mais il en a un autre que M. Franchot signale et qu'il serait aisé d'éviter; car la même cause qui produirait l'enrayage instantané de tous les waggons du convoi pourrait occasionner, sous les roues des deux ou trois derniers, la chute de terres ou de sables bien divisés, qui augmenteraient assez le frottement pour que la longueur nécessaire du glissement fût diminuée de beaucoup avant le temps d'arrêt : c'est un moyen déjà employé sur quelques chemins de fer, quoique d'une manière moins favorable que celle que j'indique ici auxiliairement à mon système de freins; cette terre et ce sable ne tomberaient que sous les roues des derniers waggons, tandis qu'on les place maintenant sous les roues des premiers, afin qu'ils y produisent plus d'effet, sans avoir peut-être suffisamment expérimenté s'ils ne pourraient pas contribuer à faire dérailler et à renverser quelques-uns de ces premiers waggons. L'idée d'augmenter l'effet du frottement d'enrayage pourrait conduire d'abord à celle d'adopter le procédé mis en pratique, en Belgique, sur les plans de Liége, aux bords de la Meuse, inclinés sur 3 pour 100 de pente, et qui consiste à faire tomber, en avant d'un waggon pesamment chargé, des espèces de jambes

de force à charnières supérieures, dont les pieds portent sur le sol qu'ils labourent; mais, après réflexion, on reconnaît promptement que les cas ne sont pas semblables; car, à Liége, la vitesse en descendant les plans inclinés n'est pas considérable, et, hors de ces plans, un moyen d'arrêt trop brusque, tel que celui-là, sera dangereux..... »

(Cette note est renvoyée à la Commission des chemins de fer.)

M. **Auguste de Saint-Hilaire** présente, au nom des auteurs :

1°. Un Mémoire de M. C. **Naudin**, ayant pour titre : « *Études sur la végétation des solanées, la disposition de leurs feuilles et leurs inflorescences ;* »

2°. Un Mémoire de M. **Payer**, intitulé : « *Études morphologiques sur les inflorescences dites anomales.* »

(Ces deux Mémoires sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. A. de Saint-Hilaire et Richard.)

M. **Gruby** présente diverses productions pathologiques, principalement relatives à la grenouille, et dont le développement est dû à la présence d'entozoaires. Ces pièces sont accompagnées de la Note suivante.

« *Cellules pulmonaires* remplies des matières *tuberculeuses.* — C'est un morceau de poumon d'une grenouille rempli de matière tuberculeuse présentant tous les caractères physiques et anatomiques du tubercule de l'homme, qui s'est développée à la suite des ovules entozoaires placés dans le poumon.

» *Calculs cystiques* de la vessie urinaire, qu'on rencontre quelquefois dans les grenouilles, composés des cristaux de l'acide cystique collé par les mucosités de la vessie urinaire.

» *Dystoma* de la vessie urinaire avec un large disque suceur; on le rencontre souvent dans la vessie urinaire chez les grenouilles. Les ovules du dystoma m'ont servi pour observer le développement des entozoaires, ayant injecté ceux-ci dans le sang des grenouilles.

» *Matière tuberculeuse du pylore,* rétrécissant l'endroit où l'estomac se continue dans le duodénum, développée à la suite des ovules d'entozoaires placés entre le péritoine et les fibres musculaires.

» *Hydropisie d'un ovule.* Cet ovule, dilaté par de la sérosité, donne lieu à une hydropisie enkystée de l'ovaire; on y observe la moitié noire encore

conservée, tandis que la moitié blanche de l'ovule est dilatée de 1 centimètre de diamètre; cette pièce pathologique nous éclaire sur les hydropisies de l'ovaire, qu'on rencontre si souvent chez les femmes.

» *Abcès phlegmoneux de l'ovaire.* Au milieu de l'ovaire est placé un abcès de 1 $\frac{1}{2}$ centimètre de diamètre, renfermant du pus.

» *Abcès phlegmoneux du mésentère.* Entre les lames du mésentère, dans l'endroit où les ganglions sont placés, on observe un abcès de 5 millimètres de diamètre, renfermant du pus.

» *Calculs biliaires.* C'est une vésicule biliaire remplie de calculs biliaires brunâtres dont le plus grand est de 3 millimètres de diamètre.

» *L'anévrisme du tronc cœliaque*, rempli de caillots fibrineux et d'entozoaires chez un cheval. Ce fait était déjà connu des anciens; les caillots fibrineux qui se forment dans l'anévrisme sont parsemés par une quantité d'ascarides se baignant dans le courant du sang. Ces pièces m'ont été données par M. delafont. M. de Blainville m'a bien voulu communiquer ses recherches sur les vers entozoaires qu'il a rencontrés dans le sinus veineux du crâne d'un Dauphin. Tous ces faits appuient les observations sur le développement des entozoaires dans le sang.

» Parmi les phénomènes d'évolution de l'embryon des entozoaires, je noterai seulement les suivants : l'ovule est composé de granules et d'une quantité peu notable de globules; ceux-ci se développent à mesure que l'ovule avance en âge, et leur nombre augmente. Peu à peu les globules, en se développant, se changent en cellules granulées; les cellules, qui jusque là n'affectaient aucune disposition régulière, commencent à se grouper de manière à dessiner les formes générales de l'embryon, et, en se développant, elles se joignent les unes avec les autres pour constituer définitivement l'embryon lui-même. L'embryon en se développant perce l'ovule et sort comme un jeune animal, pour se développer ultérieurement hors de l'œuf.»

(Commissaires, MM. Flourens, de Blainville, Milne Edwards.)

ANATOMIE. — *Recherches sur la terminaison des nerfs; par* M. **Mandl.**

(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Flourens, Serres, Breschet, Milne Edwards.)

« Nous avons pu constater en général la terminaison des nerfs en anses. Quelle que soit l'époque de l'âge à laquelle on examine le corps animal, on voit toujours les nerfs se terminer sous cette forme.

» Nous avons observé que les terminaisons des nerfs dans les jeunes animaux ne sont pas pourvues de névrilème, et que les fibres primitives, qui d'abord n'étaient que peu éloignées de la direction du faisceau, s'écartent davantage pour former à la fin une véritable anse. (Notre intention toutefois n'est pas d'avancer que le nouveau parenchyme ne se forme qu'entre les fibres primitives des nerfs.) Il paraîtrait aussi résulter de ces observations que le nombre des fibres primitives est le même dans les jeunes animaux et dans les adultes, puisque nulle part nous n'avons pu constater la division d'une fibre en deux. Ces observations se font le plus facilement sur la queue transparente du têtard.

» La rétine se compose de deux portions bien distinctes : l'interne, celle qui touche le corps vitré, est composée des mêmes éléments que la substance corticale de l'encéphale; nous l'appellerons la *substance grise de la rétine*. La portion externe, ou la *portion blanche*, contient, outre les vaisseaux sanguins et l'expansion du nerf optique, des éléments particuliers que nous désignerons sous le nom de baguettes. La forme, la longueur et la largeur de ces baguettes varie beaucoup dans les diverses classes d'animaux que nous avons examinées; elles forment la couche la plus externe, où elles sont placées obliquement. Celles des poissons et des oiseaux, surtout les dernières, se prêtent le mieux à l'observation : elles sont, chez les oiseaux, longues à peu près de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{50}$ de millimètre, larges de $\frac{1}{300}$ de millimètre, portant à leur bout externe un globule huileux d'un jaune plus ou moins foncé, ou de couleur rouge, tandis que le bout interne finit par un filament très-délié. Nous n'avons pu constater aucun rapport entre ces baguettes et le nerf optique. Il faut examiner des yeux frais, et la rétine dans le liquide du corps vitré; tout liquide étranger détruit la forme des éléments. »

M. **Rameaux**, professeur de physique à la Faculté de Médecine de Strasbourg, adresse un Mémoire ayant pour titre : « *Des températures végétales*. »

(Commissaires, MM. de Mirbel, Dutrochet, Adolphe Brongniart.)

CORRESPONDANCE.

M. **Fourcault** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la section de Médecine et de Chirurgie, par suite de la mort de M. *Double*.

M. *Fourcault* joint à sa Lettre une exposition de ses principaux travaux.

MM. **J. Guérin**, **Rayer** et **Ribes** père, adressent à l'Académie de semblables demandes.

M. *Rayer* adresse en même temps les principaux ouvrages qu'il a publiés. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation de* Pfaff *relative aux fonctions différentielles linéaires contenant un nombre pair de variables; par* M. **J. Binet**.

« La Note suivante renferme quelques développements annoncés dans celle que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 27 juin dernier.

» Soit une équation différentielle linéaire

$$(1) \qquad X\,dx + X_1\,dx_1 + \text{etc.} + X_{2m-1}\,dx_{2m-1} = 0,$$

dans laquelle $X, X_1, \ldots, X_{2m-1}$ sont des fonctions données des variables x, $x_1, x_2, \ldots, x_{2m-1}$, en nombre $2m$: elles sont supposées ne pas satisfaire aux conditions connues de l'intégrabilité du premier membre de l'équation (1), alors même qu'il serait multiplié par un facteur variable. Pour abréger, on posera $2m = n$: on suppose n un nombre pair, pour une raison qui sera expliquée ci-dessous. N'ayant qu'une équation entre les n variables, c'est-à-dire entre 4, 8, etc., variables, il existera, dans tous les cas, un grand nombre de manières de satisfaire à la seule équation donnée, en laissant aux variables x, x_1, etc., une plus ou moins grande indépendance. Je vais d'abord supposer que l'on vérifie l'équation (1), en prenant pour $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$, des fonctions de la seule variable x, mais sans déterminer leurs formes. On pourra concevoir dans ces fonctions des paramètres arbitraires $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots$, indépendants de x; les valeurs de x_1, $x_2, \ldots, x_{n-1}$

satisfaisant à l'équation, quels que soient ces paramètres, elle sera également vérifiée quand ils auront reçu des accroissements infiniment petits ou des variations $\delta\alpha_1$, $\delta\alpha_2$, etc. : les $x_1, x_2, \ldots$, acquerront des variations correspondantes δx_1, $\delta x_2, \ldots$; et l'on a, selon le principe ordinaire, $\delta dx_i = d\delta x_i$. Entre les variations $\delta x_1, \delta x_2, \ldots$, nous aurons l'équation suivante, qui est la différentielle par δ de l'équation (1):

$$\begin{aligned} 0 = dx\,\delta X + dx_1\,\delta X_1 + \text{etc.} + dx_{n-1}\,\delta X_{n-1} \\ + X_1\,\delta dx_1 + \text{etc.} + X_{n-1}\,\delta dx_{n-1}: \end{aligned}$$

les variations n'étant censées provenir que des paramètres renfermés dans les x_1, x_2, etc., x et dx n'ont pas dû en recevoir. Cette équation multipliée par un facteur indéterminé λ, est aussi

$$\begin{aligned} 0 = \lambda\,dx\,\delta X + \lambda dx_1\,\delta X_1 + \ldots + \lambda dx_{n-1}\,\delta X_{n-1} \\ + \lambda X_1 d\delta x_1 + \ldots + \lambda X_{n-1} d\delta x_{n-1}; \end{aligned}$$

les termes de la seconde ligne sont tous de la forme

$$\lambda X_1\, d\delta x_1 = d[\lambda X_1\,\delta x_1] - d[\lambda X_1]\,\delta x_1.$$

L'équation pourra donc être écrite sous la forme

$$0 = \lambda dx\,\delta X + \Sigma_1^{n-1}\lambda dx_i\,\delta X_i - \Sigma_1^{n-1} d[\lambda X_i]\,\delta x_i + d\{\Sigma_1^{n-1}[\lambda X_i\,\delta x_i]\}.$$

Après avoir remplacé, dans la première ligne, les δX_i par

$$\frac{dX_i}{dx_1}\delta x_1 + \frac{dX_i}{dx_2}\delta x_2 + \text{etc.} + \frac{dX_i}{dx_{n-1}}\delta x_{n-1},$$

l'équation prend la forme

$$(2)\quad L_1\,\delta x_1 + L_2\,\delta x_2 + \text{etc.} + L_{n-1}\,\delta x_{n-1} + d\{\Sigma_1^{n-1}(\lambda X_i\,\delta x_i)\} = 0,$$

où les lettres $L_1, L_2, \ldots, L_{n-1}$ représentent des fonctions différentielles telles que

$$L_i = \lambda\left(\frac{dX}{dx_i}dx + \frac{dX_1}{dx_i}dx_1 + \text{etc.} + \frac{dX_{n-1}}{dx_i}dx_{n-1}\right) - d[\lambda X_i];$$

posons pareillement

$$L = \lambda\left(\frac{dX}{dx}dx + \frac{dX_1}{dx}dx_1 + \text{etc.} + \frac{dX_{n-1}}{dx}dx_{n-1}\right) - d[\lambda X]:$$

l'équation (2), dont la dernière partie est une différentielle selon d, pourra être intégrée, si les termes

$$L_1\,\delta x_1 + L_2\,\delta x_2 + \text{etc.}$$

disparaissent de la formule, quels que soient les δx_1, δx_2, etc.; c'est ce qui aura lieu en satisfaisant aux $n - 1$ équations différentielles

$$L_1 = 0,\quad L_2 = 0, \text{etc.}\quad L_{n-1} = 0.$$

Par ces conventions, l'intégration de l'équation (2) donnera cette relation importante :

$$(3)\quad \sum_1^{n-1} \lambda[X_i\,\delta x_i] = \lambda[X_1\delta x_1 + X_2\delta x_2 + \ldots + X_{n-1}\,\delta x_{n-1}] = \text{constante.}$$

Examinons les conditions de ce résultat : multipliez L par dx L_1, par dx_1, L_2 par dx_2, etc., et ajoutez les produits; il vient

$$\begin{aligned} &Ldx + L_1 dx_1 + \ldots + L_{n-1}\,dx_{n-1} \\ &= \lambda(dXdx + dX_1 dx_1 + dX_2 dx_2 + \ldots + dX_{n-1}\,dx_{n-1}) \\ &- dxd\,[\lambda X] - dx_1 d\,[\lambda X_1] - \ldots - dx_{n-1} d[\lambda X_{n-1}]; \end{aligned}$$

par le développement des différentielles $d[\lambda X_i] = \lambda dX_i + X_i d\lambda$, l'équation se réduit à

$$-\,d\lambda\,[Xdx + \ldots + X_{n-1}\;dx_{n-1}] = Ldx + L_1 dx_1 + \ldots$$

Aux équations

$$L_1 = 0,\quad L_2 = 0,\quad \text{etc.},\quad L_{n-1} = 0$$

l'on doit adjoindre la formule donnée

$$Xdx + X_1 dx_1 + \ldots = 0,$$

qui doit aussi être vérifiée par x_1, x_2.... Ces n formules réduisent l'équation précédente à

$$\text{L}dx = 0, \quad \text{ou à} \quad \text{L} = 0;$$

cette dernière égalité, jointe aux $n - 1$ autres, $\text{L}_1 = 0$, $\text{L}_2 = 0$, etc., équivaut à

$$d\lambda\,(\text{X}dx + \ldots + \text{X}_{n-1}dx_{n-1}) = 0,$$

ou simplement à

$$\text{X}dx + \ldots + \text{X}_{n-1}dx_{n-1} = 0,$$

lorsque l'on sera certain que $d\lambda$ n'est pas nul, d'après les équations $\text{L}_1 = 0$, $\text{L}_2 = 0$, etc. Les n équations $\text{L}_i = 0$ contiennent λ, avec les variables x, $x_1,\ldots,x_{n-1}$, c'est-à-dire $n + 1$ grandeurs variables; λ ou $d\lambda$ multiplient tous les termes de chaque équation $\text{L}_i = 0$; ainsi, après l'avoir divisée par λ, elle ne contiendra que $\frac{d\lambda}{\lambda}$. Cette différentielle étant éliminée des n formules L_i, il ne restera plus que $n - 1$ équations différentielles du premier ordre en dx, dx_1, etc., et x, x_1, $x_2,\ldots$, c'est-à-dire entre n variables; en les supposant toutes distinctes et conciliables entre elles, elles auront pour intégrales complètes un système de $n - 1$ équations finies renfermant $n - 1$ paramètres arbitraires a_1, a_2, $a_3,\ldots,a_{n-1}$, combinés avec les variables x_1, x_2, $x_3,\ldots,x_{n-1}$, et x. Je nommerai (A) ce système de $n - 1$ équations intégrales des équations $\text{L}_i = 0$. On en pourra déduire, par la résolution, les valeurs, en x, des variables $x_1, x_2,\ldots,x_{n-1}$, dans lesquelles seront engagés les paramètres $a_1,\ldots, a_{n-1}$. Les variables $x_1,\ldots x_{n-1}$ ainsi déterminées auront des variations δx_1, $\delta x_2,\ldots,\delta x_{n-1}$, provenant des variations attribuées arbitrairement aux a_1, a_2, etc., qui vérifieront la formule ci-dessus obtenue

$$(3) \qquad \lambda(\text{X}_1\delta x_1 + \text{etc.} + \text{X}_{n-1}\delta x_{n-1}) = \text{constante}.$$

» Soit $x = x^0$ une valeur particulière prise pour x, et $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_{n-1}^0$ celles qui lui correspondent pour x_1, x_2, ..., x_{n-1}, et qui seront des fonctions des a_1, a_2,..., a_{n-1}, données par les équations (A), où l'on aura posé $x = x^0$. Moyennant les mêmes équations (A), l'on pourra déduire réciproquement les a_1, a_2, ..., a_{n-1} exprimés par les variables x, x_1, x_2, ..., x_{n-1};

et en y posant $x = x^0$, ces formules donneront les paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$, exprimés en $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_{n-1}^0$, lesquels pourront être regardés comme $n-1$ paramètres propres à compléter les intégrales; et, en effet, il suffira de remplacer, dans les équations (A), les a_i par leurs valeurs en x_1^0, $x_2^0, \ldots, x_{n-1}^0$, pour avoir un nouveau système d'équations intégrales (A), en tout équivalant au premier. Ce nouveau système fournirait les $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$ exprimés en $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_{n-1}^0$ et en x.

» Après avoir posé $x = x^0$ dans l'équation (3), nous représenterons par λ^0, X_i^0, ce que deviennent les fonctions λ et X_i : ce seront des combinaisons de $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_{n-1}^0$, si l'on a introduit les paramètres x_i^0 à la place des a_i, ou bien des fonctions de ces paramètres primitifs. L'équation (3) donnera donc, pour $x = x^0$,

$$\lambda^0 (X_1^0 \delta x_1^0 + \text{etc.} + X_{n-1}^0 \delta x_{n-1}) = \text{constante},$$

et par la soustraction de l'équation (3) on aura

$$(4) \quad \lambda (X_1 \delta x_1 + \text{etc.} + X_{n-1} \delta x_{n-1}) = \lambda^0 (X_1^0 \delta x_1^0 + \text{etc.} + X_{n-1}^0 \delta x_{n-1}).$$

Ainsi, le système des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ données en x par le groupe (A), satisfait à l'équation proposée (1), et de plus vérifie l'équation (4).

» Après avoir établi cette propriété des formules (A), obtenues à l'aide de l'intégration du système particulier des n équations $L = 0$, $L_1 = 0$, etc., considérons d'une manière plus générale la fonction différentielle incomplète

$$Z = X\,dx + X_1\,dx_1 + \text{etc.} + X_{n-1}\,dx_{n-1},$$

qui sert de premier membre à l'équation (1), traitée ci-dessus. Si dans cette formule vous remplacez les $n-1$ variables $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$ par les fonctions déterminées de x, et de $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_{n-1}$, qui sont fournies par le groupe de formules analytiques (A), et que vous regardiez les $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_{n-1}$, qui servaient de paramètres, comme des variables dont les accroissements infiniment petits seront $\delta a_1, \delta a_2, \ldots, \delta a_{n-1}$; chaque variable x_i aura pour différentielle dx_i, une partie $\left(\frac{dx_i}{dx}\right) dx$ provenant de x, et une seconde partie δx_i, provenant des anciens paramètres, devenus des variables, par notre hypothèse; ainsi

$$dx_1 = \left(\frac{dx_1}{dx}\right) dx + \delta x_1, \quad dx_2 = \left(\frac{dx_2}{dx}\right) dx + \delta x_2, \text{ etc.};$$

la valeur de Z sera changée, d'après cela, en

$$Z = X\,dx + X_1\left(\frac{dx_1}{dx}\right)dx + X_2\left(\frac{dx_2}{dx}\right)dx + \text{etc.} + X_{n-1}\left(\frac{dx_{n-1}}{dx}\right)dx$$
$$+ X_1\,\delta x_1 + X_2\,\delta x_2 + \text{etc.} + X_{n-1}\,\delta x_{n-1};$$

mais nous savons que les x_1, x_2, ..., x_{n-1}, satisfont à l'équation $X\,dx + X_1\,dx_1 + \text{etc.} + X_{n-1}\,dx_{n-1} = o$, selon l'hypothèse; la valeur de Z est donc simplement réduite à

$$Z = X_1\,\delta x_1 + X_2\,\delta x_2 + \text{etc.} + X_{n-1}\,\delta x_{n-1},$$

ou bien encore, d'après l'équation (4),

$$Z = \frac{\lambda^0}{\lambda}(X_1^0\,\delta x_1^0 + X_2^0\,\delta x_2^0 + \text{etc.} + X_{n-1}^0\,\delta x_{n-1}^0).$$

La fonction $X_1^0\,\delta x_1^0 + X_2^0\,\delta x_2^0$ etc. $+ X_{n-1}^0\,\delta x_{n-1}^0$ deviendra de la forme $A_1\,\delta a_1 + A_2\,\delta a_2 + \text{etc.} + A_{n-1}\,\delta a_{n-1}$, quand on aura exprimé les δx_i^0 en δa_i, ou bien si l'on a conservé dans les valeurs des x_i les paramètres primitifs a_1, a_2, ..., a_i : il résulte donc de cette substitution des x_1, x_2, etc., pris dans les équations (A), que la fonction

$$X\,dx + X_1\,dx_1 + \text{etc.} + X_{n-1}\,dx_{n-1} = \frac{\lambda^0}{\lambda}(A_1\,\delta a_1 + A_2\,\delta a_2 + \text{etc.} + A_{n-1}\,\delta a_{n-1}),$$

équation dont le second membre est composé d'un premier facteur $\frac{\lambda^0}{\lambda}$, fonction de x seul, accompagné des a_1, a_2, ...; et d'un second facteur $A_1\,\delta a_1 + \text{etc.} + A_{n-1}\,\delta a_{n-1}$ où x n'entre pas, et dont le caractère spécial est de ne renfermer que $n-1$ variables. Cette transformation remarquable a été trouvée par M. Pfaff, et M. Jacobi l'a exposée avec beaucoup d'élégance, en s'appuyant, au fond, sur les mêmes considérations que M. Pfaff. Le principe de notre méthode est différent, et nous paraît offrir plusieurs avantages. L'illustre analyste de Kœnigsberg a déduit de cette relation des conséquences importantes qui répandent une grande clarté sur la théorie de Pfaff. Les équations $L = o$, $L_1 = o$,..., L_{n-1}, étant développées, fournissent évidemment un système de n équations de cette forme :

$$\left(\frac{dX}{dx_i} - \frac{dX_i}{dx}\right)dx + \left(\frac{dX_1}{dx_i} - \frac{dX_i}{dx_1}\right)dx_1 + \text{etc.} + \left(\frac{dX_{n-1}}{dx_i} - \frac{dX_i}{dx_{n-1}}\right) = X_i\,\frac{d\lambda}{\lambda},$$

qui sont semblables à celles de M. Jacobi, et à celles trouvées par Lagrange et Poisson pour déterminer les différentielles des éléments variables des problèmes de la dynamique. Notre analyse, rapprochée de celle que nous avons donnée dans le Mémoire sur la variation des constantes arbitraires (*Journal de l'École polytechnique*, tome XVII), rend compte de cette analogie. Cette forme particulière des équations $L_i = 0$ exige qu'elles soient en nombre pair, ou que $n = 2m$ soit un nombre pair : dans l'autre cas de n impair, les équations seraient, en général, inconciliables, ainsi qu'on peut le voir dans les Mémoires de MM. Pfaff et Jacobi, et ce que l'on reconnaît d'ailleurs aisément, par de simples combinaisons des formules de cette espèce.

» L'objet de cette Note succincte doit se borner à indiquer l'usage régulier de la méthode des variations pour conduire à la transformation

$$\mathrm{X}dx + \mathrm{X}_1 dx_1 + \ldots + \mathrm{X}_{n-1} dx_{n-1} = \frac{\lambda^0}{\lambda}(\mathrm{A}_1 \delta a_1 + \mathrm{A}_2 \delta a_2 + \ldots + \mathrm{A}_{n-1} \delta a_{n-1}),$$

résultant du groupe des formules (A). Je dois renvoyer aux excellents Mémoires de M. Jacobi pour l'usage de cette transformation (*Voyez* le Journal de M. Crelle ou celui de M. Liouville). Dans un Mémoire spécial, j'aurai occasion d'y revenir, et d'examiner diverses particularités que peuvent offrir les équations $L_i = 0$, relativement à l'intégration de l'équation (1). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations faites à Montpellier pendant l'éclipse totale du 8 juillet. — Extrait d'une Lettre de* M. **Delile** *à* M. **B. Delessert**.

« La beauté de l'éclipse totale de ce matin, une heure après le lever du Soleil, m'engage à vous en parler.

» J'ai tâché de figurer, dans un dessin joint à ma lettre, l'image des deux astres pendant l'éclipse, pendant les deux minutes où la Lune a caché complétement le disque solaire : l'observation pouvait se faire à la vue simple sans qu'il en résultât pour les yeux aucune fatigue.

» Comme la Lune cheminait, du moment où son disque a cessé d'être central sur celui du Soleil, la vive lueur du Soleil a paru subitement comme une flamme étincelante dans la partie découverte.

» On voyait quelques étoiles au firmament pendant le temps de l'éclipse totale.

» Toute la population était dehors dès avant le jour ; le ciel et la température étaient tout à fait à souhait.

» Pendant l'éclipse totale la lumière était crépusculaire, et permettait parfaitement de voir et de reconnaître chacun. Le disque de la Lune était environné de rayons lumineux. »

M. **Coletti**, chargé d'affaires de S. M. le roi des Grecs, remercie l'Académie du don qu'elle a bien voulu faire à la Bibliothèque d'Athènes de ses Mémoires et de ses Comptes rendus.

M. **Lemazurier**, médecin en chef du collége royal de Versailles, fait connaître les résultats des *revaccinations* qui ont été pratiquées sur 109 élèves de ce collége.

« Sept élèves, dit l'auteur de la Lettre, n'ont présenté aucun travail vaccinal à la suite des piqûres.

» Vingt-sept ont offert tous les caractères de la vaccine vraie. Chez plusieurs la réaction inflammatoire a été très-intense; la fièvre, l'engorgement des glandes axillaires, l'érysipèle phlegmoneux du bras ont accompagné le développement des pustules, qui, chez presque tous les sujets, étaient au nombre de trois, correspondant au nombre des piqûres pratiquées à chaque bras.

» Vingt-cinq autres élèves ont présenté des cas de vaccine fausse, mais avec un haut degré d'intensité et qu'il eût été possible de confondre avec des cas de vaccine vraie, si la précocité du travail et la forme conique des pustules ne les en eussent fait distinguer.

» Enfin les cinquante autres élèves ont présenté des cas de la fausse vaccine ordinaire. »

M. **Pinett**, qui avait présenté un Mémoire sur la *gymnastique considérée comme moyen de remédier à certains cas de déviation de la taille*, annonce qu'il va soumettre à ce traitement un individu dont il désirerait que l'état actuel fût constaté par MM. les Commissaires qui avaient été désignés pour l'examen de son travail.

La Commission étant devenue incomplète par suite de la mort de M. Double et de l'absence de M. Larrey, MM. Duméril et Roux sont priés de s'adjoindre aux Commissaires précédemment nommés.

M. **Damiani** écrit relativement à un *dépôt calcaire* qu'il a eu occasion d'observer en Corse, et qui lui a paru, en raison de ses dimensions, digne de fixer l'attention.

M. **Leymerie** écrit pour rappeler d'anciennes communications qu'il a faites relativement à l'avantage que pourraient tirer les médecins d'une étude attentive des lois de la physique et de l'observation des phénomènes météorologiques, surtout relativement aux *maladies épidémiques*.

A quatre heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à cinq heures trois quarts. F.

ERRATUM. (Séance du 4 juillet.)

Page 13, avant-dernière ligne, *au lieu de* avec persévérance, et aux résultats remarquables, *lisez* avec persévérance et des résultats remarquables.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842, n° 1er.

Annales de la Société entomologique de France; tome II; 1er trimestre 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; juin 1842; in-8°.

Épidémie de Suette miliaire; par M. RAYER; 1 vol. in-8°.

Maladies de la Peau; par le même, 3 volumes in-8°, avec atlas grand in-4°.

Maladies des Reins; par le même; 3 vol. in-8°, avec atlas grand in-f°.

De la Morve et du Farcin chez l'homme; par le même; in-4°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; juin 1842; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; juillet 1842; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; juillet 1842; in-8°.

Esquisses zoologiques sur l'homme; par M. LEREBOULLET; Strasbourg, 1842; in-8°.

Revue zoologique; par la Société Cuviérienne; n° 6; 1842; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; juillet 1842; in-8°.

Journal des Haras; juillet 1842; in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. Bulletin des séances, compte rendu mensuel rédigé par M. SOULANGE-BODIN; 1841, tome II, n° 1 à 13; in-8°.

Actes de l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux; 4e année, 1er trimestre; in-8°.

Mémoire sur l'Influence réciproque du symbolisme religieux et des arts d'imitation; par M. DE BRIÈRE; in-8°.

Le Technologiste; juillet 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; juillet 1842; in-8°.

Le Laboureur breton; juin 1842; in-8°.

Ouvrages de M. le docteur FOURCAULT (prospectus); in-8°.

On the growth... *Sur la végétation des Plantes dans des caisses bien fermées par des châssis vitrés; par* M. N.-B. WARD; Londres, 1842; in-8°.

Report... *Rapport sur les étalons de mesures de capacité pour les liquides, ap-*

partenant au système de poids et mesures des États-Unis, avec la description d'un nouveau baromètre, etc.; *par* M. HASSLER; in-8°.

Der Geist... *Esprit de l'Analyse mathématique; par* M. OHM; Berlin, 1842; in-8°. (Renvoyé à M. Cauchy pour un rapport verbal.)

Bericht uber die... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* avril 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n^os^ 452 et 453; in-4°.

Notizie... *Notices géorgiques sur différentes cultures, et expériences faites dans le jardin de la Société royale d'Agriculture; par* M. BONAFOUS, directeur de cet établissement; broch. in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 28.

Gazette des Hôpitaux; n° 80 à 82.

L'Expérience; n° 262.

L'Écho du Monde savant; 9^e^ année, n^os^ 1 et 2.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUILLET 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur l'application du calcul des limites à l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

§ I^{er}. *Intégration d'un système d'équations linéaires.*

« Comme, en augmentant, s'il est nécessaire, le nombre des inconnues, on peut toujours réduire des équations aux dérivées partielles à des équations du premier ordre, nous considérerons seulement ici un système d'équations qui renferment, avec les variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

dont la dernière peut représenter le temps, certaines inconnues ϖ, $\varpi_{,}, \ldots$ et leurs dérivées partielles du premier ordre. Si d'ailleurs ces équations sont linéaires par rapport aux dérivées des inconnues, elles pourront être

généralement présentées sous la forme

$$(1)\quad \begin{cases} D_t\varpi = A\,D_x\varpi + B\,D_y\varpi + \ldots + A_1\,D_x\varpi_1 + B_1\,D_y\varpi_1 + \ldots + K, \\ D_t\varpi_1 = A'D_x\varpi + B'D_y\varpi + \ldots + A'_1\,D_x\varpi_1 + B'_1\,D_y\varpi_1 + \ldots + K', \\ \text{etc.}\ldots, \end{cases}$$

$A, A', \ldots, B, B', \ldots, A_1, A'_1, \ldots, B_1, B'_1, \ldots, K, K', \ldots$ étant des fonctions données de

$$x,\ y,\ z, \ldots,\ t,\ \varpi,\ \varpi_1, \ldots$$

Si ces mêmes fonctions s'évanouissent, les équations (1), réduites aux suivantes

$$(2)\qquad D_t\varpi = 0,\quad D_t\varpi_1 = 0, \ldots,$$

donneront simplement

$$(3)\qquad \varpi = \omega,\quad \varpi_1 = \omega_1, \ldots;$$

les lettres ω, ω_1 désignant les valeurs particulières de $\varpi, \varpi_1, \ldots$ correspondantes à une valeur particulière τ de la variable t, c'est-à-dire des fonctions des seules variables $x, y, z, \ldots$, mais des fonctions que l'on pourra choisir arbitrairement. Si $A, A', \ldots, B, B', \ldots, A_1, A'_1, \ldots$, etc., cessent de s'évanouir, et si d'ailleurs, comme nous le supposerons ici, le nombre des équations (1) est égal à celui des inconnues, on pourra se proposer d'intégrer ces équations de manière que les conditions (3) continuent d'être vérifiées, non plus en général, mais seulement pour $t = \tau$. On y parviendra, en effet, si le module ι de la différence $t - \tau$ ne dépasse pas une certaine limite, à l'aide de la méthode que nous allons indiquer.

» Considérons d'abord le cas où les valeurs particulières de $\varpi, \varpi_1, \ldots$ représentées par $\omega, \omega_1, \ldots$ se réduisent à des quantités constantes. Si les valeurs générales de $\varpi, \varpi_1, \ldots$ sont développables en séries convergentes ordonnées suivant les puissances ascendantes de la différence $t - \tau$, ces développements seront, en vertu du théorème de Taylor, fournis par des équations de la forme

$$(4)\qquad \varpi - \omega = I_1(t-\tau) + I_2(t-\tau)^2 + \ldots,$$

la valeur de I_n étant donnée par la formule

$$(5)\qquad I_n = \frac{D_t^n\varpi}{1.2\ldots n},$$

dans laquelle on devra déterminer $D_t^n \varpi$ à l'aide des équations (1), puis réduire, après les différentiations effectuées, t à τ et $\varpi, \varpi_1, \ldots$ à $\omega, \omega_1, \ldots$ Or la valeur de $D_t^n \varpi$, ainsi calculée, se composera évidemment de termes dont chacun sera le produit d'un nombre entier par des facteurs de la forme

(6) $$D_x^g D_y^h \ldots D_t^l D^m D_{\varpi_1}^{m'} \ldots K,$$

et par d'autres facteurs semblables, mais dans lesquels entreront, à la place de la lettre K, les lettres

$$A, A', \ldots, B, B', \ldots, A_1, A'_1, \ldots, B_1, B'_1, \ldots, \text{etc.}, K', \ldots$$

» Soient maintenant

$$\overline{A}, \overline{A'}, \ldots, \overline{B}, \overline{B'}, \ldots, \overline{A}_1, \overline{A'}_1, \ldots, \overline{B}_1, \overline{B'}_1, \ldots, \text{etc.}, \overline{K}, \overline{K'}, \ldots,$$

ce que deviennent les fonctions

$$A, A', \ldots, B, B', \ldots, A_1, A'_1, \ldots, B_1, B'_1, \ldots, \text{etc.}, K, K', \ldots,$$

quand on attribue à

$$x, y, z, \ldots, t, \varpi, \varpi_1, \ldots$$

des accroissements imaginaires

$$\overline{x}, \overline{y}, \overline{z}, \ldots, \overline{t}, \overline{\varpi}, \overline{\varpi}_1, \ldots,$$

dont les modules

$$\text{x}, \text{y}, \text{z}, \ldots, t, v, v_1, \ldots$$

soient tels que, pour ces modules ou pour des modules plus petits,

$$\overline{A}, \overline{A'}, \ldots, \overline{B}, \overline{B'}, \ldots, \overline{A}_1, \overline{A'}_1, \overline{B}_1, \overline{B'}_1, \ldots, \overline{K}, \overline{K'}, \ldots,$$

restent fonctions continues des arguments et des modules des accroissements imaginaires dont il s'agit. Nommons

$$\overline{\Lambda A}, \overline{\Lambda A'}, \ldots, \text{etc.} \ldots, \Lambda\overline{K}, \overline{\Lambda K'}, \ldots$$

les plus grands modules des fonctions

$$\overline{\mathrm{A}},\quad \overline{\mathrm{A}'},\ldots,\ \text{etc.}\ldots,\quad \overline{\mathrm{K}},\quad \overline{\mathrm{K}'},\ldots,$$

correspondants aux modules

$$\mathrm{x},\ \mathrm{y},\ \mathrm{z},\ldots,\ \mathrm{t},\ \upsilon,\ \upsilon_1,\ldots$$

des accroissements imaginaires

$$\overline{x},\ \overline{y},\ \overline{z},\ldots,\ \overline{t},\ \overline{\varpi},\ \overline{\varpi_1},\ldots.$$

Enfin concevons que, λ, μ, ν,... désignant des quantités positives arbitrairement choisies, on nomme

$\mathcal{A}$ le plus grand des rapports $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{A}}}{\lambda}$, $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{A}'}}{\mu}$,...,

$\mathcal{B}$ le plus grand des rapports $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{B}}}{\lambda}$, $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{B}'}}{\mu}$,...,

. . . .

$\mathcal{A}_1$ le plus grand des rapports $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{A}_1}}{\lambda}$, $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{A}_1'}}{\mu}$,...,

$\mathcal{B}_1$ le plus grand des rapports $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{B}_1}}{\lambda}$, $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{B}_1'}}{\mu}$,...,

. . . .

$\mathcal{K}$ le plus grand des rapports $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{K}}}{\lambda}$, $\frac{\Lambda\overline{\mathrm{K}'}}{\mu}$,....

Des limites supérieures aux modules de l'expression (6) et des expressions analogues seront données par des formules semblables à celle-ci

$$(7)\qquad \text{mod.}\ \mathrm{D}_x^g\,\mathrm{D}_y^h\ldots\mathrm{D}_t^l\,\mathrm{D}_\varpi^m\,\mathrm{D}_{\varpi_1}^{m_1}\ldots\mathrm{K} < \mathrm{N}\,\frac{\lambda\mathcal{K}}{\mathrm{x}^g\mathrm{y}^h\ldots\mathrm{t}^l\upsilon^m\upsilon_1^{m_1}\ldots},$$

la valeur de N étant

$$\mathrm{N} = (1.2\ldots g)(1.2\ldots h)\ldots(1.2\ldots l)(1.2\ldots m)(1.2\ldots m_1)\ldots.$$

D'autre part, si l'on considère le cas particulier où la fonction K serait de la forme

$$\mathrm{K} = \lambda k\,x^{-1}y^{-1}\ldots t^{-1}\varpi^{-1}\varpi_1^{-1}\ldots,$$

k désignant une quantité constante; alors, en posant après les différentiations

$$t = \tau, \quad \varpi = \omega, \quad \varpi_1 = \omega_1, \ldots,$$

on trouvera

$$(8) \quad \mathrm{D}_x^g \mathrm{D}_y^h \ldots \mathrm{D}_t^l \mathrm{D}_\varpi^m \mathrm{D}_{\varpi_1}^{m_1} \ldots \mathrm{K} = \mathrm{N} \frac{\mathrm{K}}{(-x)^g (-y)^h \ldots (-\varpi)^l (-\omega)^m (-\omega)_{m_1} \ldots};$$

et, pour déduire le second membre de la formule (7) du second membre de la formule (8), il suffira évidemment de poser dans celui-ci

$$(9) \quad x = -\mathrm{x}, \quad y = -\mathrm{y}, \ldots, \tau = -t, \quad \omega = -\upsilon, \quad \omega_1 = -\upsilon_1, \ldots,$$

et de plus

$$\mathrm{K} = \lambda k x^{-1} y^{-1} \ldots \tau^{-1} \omega^{-1} \omega_1^{-1} \ldots = \lambda \mathfrak{X},$$

par conséquent

$$\mathrm{K} = \mathfrak{X}\, x y \ldots \tau \omega \omega_1 \ldots,$$

les valeurs de x, y, ..., τ, ω, ω_1,... étant celles que donnent les formules (9). Cela posé, ι étant toujours le module de $t-\tau$, veut-on trouver une fonction de ι qui, développée par le théorème de Maclaurin suivant les puissances ascendantes de ι, fournisse une série de termes respectivement supérieurs aux modules des termes correspondants de la série

$$(10) \qquad \mathrm{I}_1 (t-\tau), \quad \mathrm{I}_2 (t-\tau)^2, \ldots,$$

à laquelle se réduirait, en vertu du théorème de Taylor, le développement de la différence $\varpi - \omega$? Il suffira évidemment de chercher la valeur particulière de $\varpi - \omega$ correspondante au cas où, dans les équations (1), l'on aurait simultanément

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\mathrm{A}}{\lambda} = \dfrac{\mathrm{A}'}{\mu} = \ldots = a x^{-1} y^{-1} \ldots t^{-1} \varpi^{-1} \varpi_1^{-1} \ldots, \\ \dfrac{\mathrm{B}}{\lambda} = \dfrac{\mathrm{B}'}{\mu} = \ldots = b x^{-1} y^{-1} \ldots t^{-1} \varpi^{-1} \varpi_1^{-1} \ldots, \\ \text{etc.,} \\ \dfrac{\mathrm{A}_1}{\lambda} = \dfrac{\mathrm{A}'_1}{\mu} = \ldots = a_1 x^{-1} y^{-1} \ldots t^{-1} \varpi^{-1} \varpi_1^{-1} \ldots, \\ \dfrac{\mathrm{B}_1}{\lambda} = \dfrac{\mathrm{B}'_1}{\mu} = \ldots = b_1 x^{-1} y^{-1} \ldots t^{-1} \varpi^{-1} \varpi_1^{-1} \ldots, \\ \text{etc.,} \\ \dfrac{\mathrm{K}}{\lambda} = \dfrac{\mathrm{K}'}{\mu} = \ldots = k x^{-1} y^{-1} \ldots t^{-1} \varpi^{-1} \varpi_1^{-1} \ldots, \end{array} \right.$$

puis de remplacer dans cette valeur particulière les quantités

$$x, y, \ldots, \tau, \omega, \omega_1, \ldots, a, b, a_1, b_1, \ldots, k$$

par leurs valeurs tirées des équations (9) jointes aux deux formules

(12) $$\frac{a}{\mathcal{A}} = \frac{b}{\mathcal{B}} = \ldots = \frac{a}{\mathcal{A}_1} = \frac{b}{\mathcal{B}_1} = \ldots = \frac{k}{\mathcal{K}_1} = xyz \ldots \tau\omega\omega_1 \ldots,$$

(13) $$t - \tau = \iota.$$

En opérant ainsi, on verra d'abord les équations (1) se réduire à celles que comprend la formule

(14) $$\frac{D_t \varpi}{\lambda} = \frac{D_t \varpi_1}{\mu} = \ldots = \frac{a D_x \varpi + b D_y \varpi + \ldots + a_1 D_x \varpi_1 + b_1 D_y \varpi_1 + \ldots + k}{xy \ldots t \varpi \varpi_1 \ldots}.$$

On aura donc en premier lieu

$$\frac{D_t \varpi}{\lambda} = \frac{D_t \varpi}{\mu} = \ldots;$$

et par suite, en assujettissant $\varpi, \varpi_1, \ldots$ à vérifier les conditions (3), pour $t = \tau$,

$$\frac{\varpi - \omega}{\lambda} = \frac{\varpi_1 - \omega_1}{\mu} = \ldots$$

Nommons υ la valeur commune de tous les rapports que renferme la dernière équation; on aura

$$\frac{\varpi - \omega}{\lambda} = \frac{\varpi_1 - \omega_1}{\mu} = \ldots = \upsilon,$$

par conséquent

(15) $$\varpi - \omega = \lambda\upsilon, \quad \varpi_1 - \omega_1 = \mu\upsilon, \ldots;$$

et la formule (14) donnera simplement

(16) $$D_t \upsilon = \frac{(\lambda a + \mu a_1 + \ldots) D_x \upsilon + (\lambda b + \mu b_1 + \ldots) D_y \upsilon + \ldots + k}{xyz \ldots t\,(\omega + \lambda\upsilon)\,(\omega_1 + \mu\upsilon) \ldots}.$$

Il reste à intégrer cette dernière, de manière que la condition

$$(17)\qquad \mathfrak{8} = 0,$$

à laquelle les conditions (3) se réduisent, en vertu des formules (15), se trouve vérifiée pour $t=\tau$. Or, sous cette condition, et en posant, pour abréger,

$$s = \mathrm{D}_t \mathfrak{8},$$

on trouvera, par une analyse semblable à celle que nous avons développée dans le précédent Mémoire,

$$(18)\qquad \frac{1}{st} = \frac{xy\ldots\omega\omega_1\ldots}{k}\left[\mathrm{f}(\mathfrak{8}) + \int_0^{\mathfrak{8}} \mathrm{f}(\mathfrak{8}-\theta)\,\mathrm{D}_\theta\Theta\, d\theta\right],$$

les valeurs de Θ et de $\mathrm{f}(\theta)$ étant

$$(19)\qquad \left\{\begin{aligned} \Theta &= \left(1+\frac{\lambda}{\omega}\theta\right)\left(1+\frac{\mu}{\omega_1}\theta\right)\ldots,\\ \mathrm{f}(\theta) &= \left(1+\frac{\lambda a+\mu a_1+\ldots}{kx}\theta\right)\left(1+\frac{\lambda b+\mu b_1+\ldots}{ky}\theta\right)\ldots; \end{aligned}\right.$$

puis, en intégrant l'équation (18) par rapport à t et à $\mathfrak{8}$ considéré comme fonction de t, après avoir multiplié les deux membres par

$$sdt = \mathrm{D}_t \mathfrak{8}\, dt,$$

on en conclura

$$(20)\qquad \mathrm{l}\left(\frac{t}{\tau}\right) = \frac{xy\ldots\omega\omega_1\ldots}{k}\left[\int_0^{\mathfrak{8}} \mathrm{f}(\mathfrak{8})\, d\mathfrak{8} + \int_0^{\mathfrak{8}}\int_0^{\mathfrak{8}} \mathrm{f}(\mathfrak{8}-\theta)\,\mathrm{D}_\theta\Theta\, d\theta\, d\mathfrak{8}\right].$$

» Si, dans les formules (19) et (20), on substitue les valeurs de

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \tau,\ \omega,\ \omega_1,\ldots,\ a,\ b,\ldots,\ a_1,\ b_1,\ldots,\ k$$

fournies par les équations (9), (12) et (13), on trouvera

$$(21)\qquad \left\{\begin{aligned} \Theta &= \left(1-\frac{\lambda}{v}\theta\right)\left(1-\frac{\mu}{v_1}\theta\right)\ldots,\\ \mathrm{f}(\theta) &= \left(1-\frac{\lambda\mathcal{A}+\mu\mathcal{A}_1+\ldots}{\mathcal{K}\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\lambda\mathcal{B}+\mu\mathcal{B}_1+\ldots}{\mathcal{K}\mathrm{y}}\theta\right)\ldots, \end{aligned}\right.$$

$$(22)\qquad \mathrm{tl}\left(1-\frac{t}{\mathrm{t}}\right)^{-1} = \frac{1}{\mathcal{K}}\left[\int_0^{\mathfrak{8}} \mathrm{f}(\mathfrak{8})\, d\mathfrak{8} + \int_0^{\mathfrak{8}}\int_0^{\mathfrak{8}} \mathrm{f}(\mathfrak{8}-\theta)\,\mathrm{D}_\theta\Theta\, d\theta\, d\mathfrak{8}\right].$$

Si, pour abréger, l'on pose

$$(23) \qquad \varepsilon = \mathrm{t}\,\mathrm{l}\left(1 - \frac{\iota}{\mathrm{t}}\right)^{-1},$$

ε sera développable en une série convergente ordonnée suivant les puissances de ι, tant que l'on aura

$$(24) \qquad \iota < \mathrm{t}.$$

Supposons cette condition remplie, l'équation (22), résolue par rapport à $\mathfrak{u}$, offrira une racine positive qui pourra être elle-même développée par le théorème de Lagrange suivant les puissances ascendantes de ε et de ι, si l'on a

$$(25) \qquad \varepsilon < \frac{1}{\mathfrak{K}}\left[\int_0^\alpha \mathrm{f}(\mathfrak{u})\,d\mathfrak{u} + \int_0^\alpha\int_0^{\mathfrak{u}} \mathrm{f}(\mathfrak{u}-\theta)\,\mathrm{D}_\theta\Theta\,d\theta\,d\mathfrak{u}\right],$$

α étant la plus petite racine positive de l'équation

$$(26) \qquad \mathrm{f}(\mathfrak{u}) + \int_0^{\mathfrak{u}} \mathrm{f}(\mathfrak{u}-\theta)\,\mathrm{D}_\theta\Theta\,d\theta = 0.$$

Il est d'ailleurs facile de prouver que cette dernière équation admettra effectivement une ou plusieurs racines positives inférieures au plus petit des rapports

$$(27) \qquad \frac{\mathfrak{K}\,\mathrm{x}}{\lambda\mathcal{A} + \mu_1\mathcal{A}_1 + \ldots},\quad \frac{\mathfrak{K}\,\mathrm{y}}{\lambda\mathcal{B} + \mu_1\mathcal{B}_1 + \ldots},\ldots,\quad \frac{\upsilon}{\lambda},\quad \frac{\upsilon_1}{\mu},\ldots$$

» En résumé, quand le module ι de la différence $t - \tau$ offrira une valeur assez petite pour que les conditions (24), (25), se vérifient, l'équation (22) offrira une racine développable, par la formule de Lagrange, en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de ε ou même de ι. Alors aussi, en vertu des principes ci-dessus établis, l'inconnue ϖ ou même chacune des inconnues

$$\varpi,\ \varpi_1,\ldots$$

sera développable, par la formule de Taylor, en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de ι, et les séries que l'on obtiendra en substituant le développement trouvé de $\mathfrak{u}$ dans les seconds membres des équations (15) se composeront de termes respectivement supérieurs aux modules des termes correspondants des séries qui représenteront les dé-

veloppements des différences

$$\varpi - \omega, \quad \varpi - \omega_1, \ldots$$

» Il est bon de remarquer que si, dans les équations (1), les fonctions

$$A, A', \ldots, \quad B, B', \ldots, \quad A_1, A'_1, \ldots, \quad B_1, B'_1, \ldots, \text{ etc.}, \ldots, \quad K, K', \ldots$$

cessaient de renfermer explicitement la variable t, la condition (24) disparaîtrait. Alors aussi on pourrait, dans les formules (22) et (25), réduire simplement à ι le produit

$$\text{t l}\left(1 - \frac{\iota}{\text{t}}\right) = \varepsilon.$$

» Nous avons supposé, dans ce qui précède, les valeurs initiales $\omega, \omega_1, \ldots$ des inconnues $\varpi, \varpi_1, \ldots$ réduites à des constantes. On peut aisément ramener à ce cas particulier le cas plus général où $\omega, \omega_1, \ldots$ seraient des fonctions données de $x, y, z, \ldots$, en substituant aux inconnues $\varpi, \varpi_1, \ldots$ des inconnues nouvelles qui seraient égales aux différences

$$\varpi - \omega, \quad \varpi - \omega_1, \ldots,$$

ou à ces différences augmentées de quantités constantes.

» On pourrait simplifier un peu les formules obtenues dans ce paragraphe en réduisant à l'unité chacune des constantes positives

$$\lambda, \mu, \nu, \ldots;$$

mais il est avantageux d'y laisser ces constantes indéterminées, afin de pouvoir en disposer, dans chaque cas particulier, de manière à augmenter autant que possible la limite supérieure au module ι.

» En terminant ce paragraphe, nous ferons observer que si, dans les équations (1), l'on réduit à zéro les fonctions

$$A, A', \ldots, \quad B, B', \ldots, \quad A_1, A'_1, \ldots, \quad B_1, B'_1, \ldots,$$

sans faire évanouir K, K',..., on obtiendra simplement les équations différentielles

$$D_t\varpi = K, \quad D_t\varpi_1 = K', \ldots$$

Alors aussi la seconde des formules (21) donnera

$$\mathrm{f}(\theta) = 1;$$

et si l'on prend

$$\lambda = \Lambda K, \quad \mu = \Lambda K',$$

on pourra supposer encore

$$\mathcal{K} = 1.$$

Cela posé, l'équation (26) étant réduite à

$$\left(1 - \frac{\lambda}{v} s\right)\left(1 - \frac{\mu}{v_1} s\right) \ldots = 0,$$

la plus petite racine positive α de cette même équation sera égale au plus petit des rapports

$$\frac{v}{\lambda}, \quad \frac{v_1}{\mu}, \ldots;$$

et, à la place des formules (22), (25), on obtiendra les suivantes

$$\mathrm{t}\,\mathrm{l}\left(1 - \frac{t}{\mathrm{t}}\right)^{-1} = \int_0^{\alpha} \left(1 - \frac{\lambda}{v}\theta\right)\left(1 - \frac{\mu}{v_1}\theta\right) \ldots d\theta,$$

$$\varepsilon < \int_0^{\alpha} \left(1 - \frac{\lambda}{v}\theta\right)\left(1 - \frac{\mu}{v_1}\theta\right) \ldots d\theta.$$

On se trouvera ainsi ramené, pour un système d'équations différentielles, aux formules déjà obtenues dans un précédent Mémoire.

§ II. *Application du calcul des limites à l'intégration des équations auxiliaires.*

» Considérons maintenant des équations aux dérivées partielles qui ne soient pas linéaires, et supposons d'abord que ces équations soient du premier ordre; elles renfermeront, avec les variables indépendantes

$$x, y, z, \ldots, t,$$

et les inconnues

$$\varpi, \varpi_1, \ldots,$$

leurs dérivées du premier ordre

$$\mathrm{D}_x\varpi,\ \mathrm{D}_y\varpi,\ldots,\ \mathrm{D}_t\varpi;\quad \mathrm{D}_x\varpi_1,\ \mathrm{D}_y\varpi_1,\ldots,\ \mathrm{D}_t\varpi_1,\ldots,$$

et pourront être généralement résolues par rapport aux dérivées

$$\mathrm{D}_t\varpi,\quad \mathrm{D}_t\varpi_1,\ldots$$

Si, en vertu des équations données, les valeurs générales de ces dernières s'évanouissaient, alors, ces équations pouvant être réduites aux suivantes

$$(1)\qquad \mathrm{D}_t\varpi=0,\quad \mathrm{D}_t\varpi_1=0,\ldots,$$

leurs intégrales seraient de la forme

$$(2)\qquad \varpi=\omega,\qquad \varpi_1=\omega_1,\ldots,$$

ω, ω_1,... désignant des fonctions des seules variables x, y, z,..., et l'on pourrait d'ailleurs choisir arbitrairement les valeurs initiales de ϖ, ϖ_1,... représentées par ω, ω_1,... Si les équations données ne se réduisent pas aux formules (1), leurs intégrales ne seront plus représentées par les formules (2), mais on pourra se proposer d'intégrer ces équations de manière que les formules (2) se vérifient, pour une valeur particulière de t, par exemple, pour $t=\tau$. On y parviendra, en effet, à l'aide de l'analyse que nous allons indiquer.

» Considérons, en premier lieu, le cas où les équations données se réduisent à une seule; celle-ci sera de la forme

$$(3)\qquad \mathrm{F}(x,y,\ldots,t,\varpi,\mathrm{D}_x\varpi,\mathrm{D}_y\varpi,\ldots,\mathrm{D}_t\varpi)=0,$$

et il s'agira de l'intégrer de manière que, pour $t=\tau$, on ait

$$(4)\qquad \varpi=\omega,$$

ω étant une fonction donnée quelconque de x, y, z,.. Or, à l'équation (3), qui n'est pas linéaire, on peut substituer la formule

$$(5)\qquad \mathrm{F}(x,y,\ldots,t,\varpi,p,q,\ldots,s)=0$$

jointe au système des équations

$$(6)\qquad p=\mathrm{D}_x\varpi,\quad q=\mathrm{D}_y\varpi,\ldots,\quad s=\mathrm{D}_t\varpi,$$

qui sont toutes linéaires par rapport aux dérivées qu'elles renferment. Il y a plus, si ϖ n'entre pas explicitement dans la formule (5), c'est-à-dire si cette formule se réduit à

$$(7) \qquad F(x, y, \ldots, t, p, q, \ldots, s) = 0,$$

alors, pour réduire le problème à la détermination des seules inconnues $p, q, \ldots, s$, il suffira de joindre à la formule (7) celles que fournit l'élimination de ϖ entre les équations (6), ou, ce qui revient au même, les conditions d'intégrabilité de la formule

$$(8) \qquad d\varpi = pdx + qdy + \ldots + sdt,$$

et de substituer en même temps à la condition (4) le système des conditions

$$(9) \qquad p = D_x \omega, \quad q = D_y \omega, \quad \text{etc.}\ldots;$$

qui devront toutes se vérifier pour $t = \tau$. D'ailleurs, parmi les conditions d'intégrabilité de la formule (8), les unes, savoir,

$$(10) \qquad D_t p = D_x s, \quad D_t q = D_y s, \ldots,$$

renfermeront les dérivées de $p, q, \ldots$ relatives à t, tandis que les autres, savoir,

$$(11) \qquad D_y p = D_x q, \text{ etc.}\ldots,$$

renfermeront seulement les dérivées de $p, q, \ldots$ relatives à $x, y, \ldots$; et il est clair qu'après avoir éliminé s des équations (10) à l'aide de la formule (7), on obtiendra, entre les seules inconnues

$$p, \; q, \ldots,$$

des équations qui seront linéaires par rapport aux dérivées de ces inconnues. Donc, pour intégrer ces équations de manière à remplir les conditions (9), il suffira de recourir à la méthode exposée dans le § I^{er}. Mais on peut demander si, cette intégration étant effectuée, les valeurs trouvées de $p, q, \ldots$ vérifieront les formules (11). Or on peut affirmer qu'il en sera ainsi. En effet, les formules (9) et (10) étant vérifiées, on aura, 1° pour $t = \tau$,

$$D_y p = D_x D_y \omega = D_x q,$$

par conséquent

(12) $$D_y p - D_x q = 0;$$

2° quel que soit t,

$$D_y D_t p = D_x D_y s = D_x D_t q,$$

par conséquent

(13) $$D_t (D_y p - D_x q) = 0;$$

et il suffit d'intégrer par rapport à t la formule (13), en ayant égard à la condition (12), pour retrouver immédiatement la première des formules (11). Chacune des formules (11) pouvant être ainsi retrouvée, chacune d'elles sera nécessairement vérifiée par les valeurs de

$$p, q, \ldots$$

que l'on tirera des équations (7) et (10) jointes aux conditions (9). D'ailleurs, les valeurs de $p, q, \ldots$ étant connues, celle de s et celle de l'inconnue ϖ seront immédiatement fournies par l'équation (7) et par la dernière des formules (6), de laquelle on tirera

(14) $$\varpi - \omega = \int_\tau^t s dt.$$

» Si le premier membre de l'équation aux dérivées partielles qu'il s'agit d'intégrer renfermait explicitement l'inconnue ϖ, c'est-à-dire si l'équation (5) cessait de se réduire à la formule (7), on pourrait chercher à exprimer

$$p, q, \ldots, s,$$

non plus seulement en fonction de $x, y, z, \ldots, t$, mais en fonction de

$$x, y, z, \ldots, t, \varpi.$$

Alors, à la place des formules (10), on obtiendrait évidemment celles-ci

(15) $$D_t p + s D_\varpi p = D_x s + p D_\varpi s, \quad D_t q + s D_\varpi q = D_y s + q D_\varpi s, \ldots,$$

et pour trouver les valeurs des inconnues

$$p, q, \ldots$$

considérées comme fonctions de $x, y, z, \ldots, t, \varpi$, il suffirait d'appliquer la méthode d'intégration exposée dans le § Ier aux équations (15), après en avoir éliminé s à l'aide de la formule (5), et en assujettissant les inconnues $p, q, \ldots$ à vérifier, pour $t = \tau$, les conditions (9). Les valeurs de $p, q, \ldots$ étant calculées, celle de s se déduirait de la formule (7); et en la substituant dans la dernière des formules (6), on verrait celle-ci se réduire à une seule équation différentielle entre ϖ et t. En intégrant cette équation différentielle de manière à vérifier la condition (4), on obtiendrait immédiatement la valeur de l'inconnue ϖ.

» Nous venons d'examiner le cas particulier où les équations données se réduisent à une seule équation du premier ordre. Passons maintenant au cas plus général où l'on donne plusieurs équations du premier ordre entre les variables indépendantes

$$x,\ y,\ z, \ldots,\ t$$

et les inconnues

$$\varpi,\ \varpi_1, \ldots$$

Si l'on pose, pour abréger,

$$p = D_x\varpi,\ q = D_y\varpi, \ldots,\ s = D_t\varpi;\ p_1 = D_x\varpi_1,\ q_1 = D_y\varpi_1, \ldots,\ s_1 = D_t\varpi_1, \ldots,$$

ces équations seront de la forme

$$(16)\qquad F(x, y, z, \ldots, t, \varpi, \varpi_1, \ldots, p, q, \ldots, s, p_1, q_1, \ldots, s_1, \ldots) = 0, \text{ etc.}\ldots$$

ou même plus simplement de la forme

$$(17)\qquad F(x, y, z, \ldots, t, p, q, \ldots, s, p_1, q_1, \ldots, s_1, \ldots) = 0, \text{ etc.}\ldots$$

lorsqu'elles ne renfermeront pas explicitement les inconnues. Or, en raisonnant comme ci-dessus, on intégrera facilement le système des équations aux dérivées partielles (16) ou (17), de manière à vérifier les conditions (2). En effet, pour intégrer, sous ces conditions, le système des équations (17), il suffira d'intégrer le système des équations linéaires

$$(18)\qquad D_t p = D_x s,\ D_t q = D_y s, \ldots,\ D_t p_1 = D_x s_1,\ D_t q_1 = D_y s_1, \ldots,$$

après avoir éliminé $s, s_1, \ldots$ à l'aide des formules (17), et en assujettissant

les inconnues

$$p,\ q,\ldots,\ p_1,\ q_1,\ldots$$

à vérifier, pour $t=\tau$, les conditions

(19) $$p = D_x\omega,\quad q = D_x\omega,\ldots,\ p_1 = D_x\omega_1,\quad q_1 = D_y\omega_1,\ldots,$$

puis de déterminer

$$s,\ s_1,\ldots$$

à l'aide des formules (17), et

$$\varpi,\ \varpi_1,\ldots$$

à l'aide des équations différentielles

(20) $$D_t\varpi = s,\quad D_t\varpi_1 = s_1,\ldots$$

desquelles on tirera immédiatement

(21) $$\varpi - \omega = \int_\tau^t s\,dt,\qquad \varpi_1 - \omega_1 = \int_\tau^t s_1\,dt,\ \ldots$$

Si, à la place des formules (17), on donne à intégrer les formules (16), alors, en considérant

$$p,\ q,\ldots,\ p_1,\ q_1,\ldots$$

comme des fonctions de

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ \varpi_1,\ldots,$$

on devra aux formules (19) substituer les suivantes

(22) $$D_t p + sD_\varpi p + s_1 D_{\varpi_1} p = D_x s + pD_\varpi s + p_1 D_{\varpi_1} s_1 + \ldots,\ \text{etc.},$$

et les valeurs des inconnues ϖ, ϖ_1,... se déduiront non plus des formules (21), mais seulement des formules (20), c'est-à-dire d'un système d'équations différentielles simultanées, que l'on devra intégrer en assujettissant les inconnues ϖ, ϖ_1,... à vérifier, pour $t=\tau$, les conditions (2).

» Nous venons de voir que, pour réduire l'intégration des équations non linéaires, mais du premier ordre, à l'intégration des équations linéaires, il suffisait de substituer aux inconnues données des inconnues nouvelles dont

le nombre était plus considérable. A l'aide du même artifice de calcul on pourra réduire l'intégration des équations d'ordres supérieurs à l'intégration d'équations du premier ordre. Ainsi, par exemple, étant donnée entre les variables indépendantes x, t et l'inconnue ϖ, une équation du second ordre, qui ne renferme pas explicitement cette inconnue, et qui par conséquent soit de la forme

$$(23) \qquad F(x,\ t,\ D_x\varpi,\ D_t\varpi,\ D_x^2\varpi,\ D_xD_t\varpi,\ D_t^2\varpi) = 0,$$

veut-on intégrer cette équation de manière à remplir, pour $t = \tau$, les conditions

$$(24) \qquad \varpi = \omega, \quad D_t\varpi = \omega',$$

ω, ϖ' désignant deux fonctions données de x? il suffira de poser

$$p = D_x\varpi, \quad s = D_t\varpi,$$

puis d'intégrer les équations du premier ordre

$$(25) \qquad F(x,\ t,\ p,\ s,\ D_xp,\ D_xs,\ D_ts) = 0, \quad D_tp = D_xs,$$

de manière à vérifier, pour $t = \tau$, les conditions

$$(26) \qquad p = D_x\omega, \quad s = \omega',$$

et enfin de déterminer l'inconnue ϖ à l'aide de l'équation

$$D_t\varpi = s,$$

de laquelle on tirera immédiatement

$$\varpi - \omega = \int_\tau^t s\,dt.$$

» Au reste, on peut, dans tous les cas, et sans changer le nombre des variables indépendantes, remplacer un système d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque entre les inconnues ϖ, ϖ_1,... par un système d'équations du premier ordre qui soient linéaires au moins par rapport aux dérivées de ces inconnues et des inconnues nouvelles que l'on introduit dans la formule. Pour y parvenir, il suffit de représenter par une nouvelle

lettre chacune des diverses dérivées de $\varpi, \varpi_1, \ldots$ qui sont contenues dans les équations proposées, en joignant même à ces dérivées celles des ordres inférieurs, puis de prendre pour nouvelles inconnues toutes les quantités représentées par les lettres nouvelles, et de considérer les équations proposées comme des équations finies qui serviront à déterminer quelques-unes de ces inconnues en fonction des autres dont les dérivées relatives à t deviendront les premiers membres des équations linéaires qu'il s'agissait d'obtenir. C'est ce que nous expliquerons plus en détail dans un autre article. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur les intégrales des systèmes d'équations différentielles ou aux dérivées partielles, et sur les développements de ces intégrales en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes d'un paramètre que renferment les équations proposées; par* M. **Augustin Cauchy.**

« Dans les précédents Mémoires, nous avons développé les intégrales d'un système d'équations différentielles ou aux dérivées partielles en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes d'un accroissement attribué à une variable indépendante qui, dans les questions de Mécanique, peut être censée représenter le temps. Souvent il arrive que les séries de cette espèce restent convergentes, même au bout d'un temps considérable; mais alors, le plus ordinairement, on est obligé, pour obtenir un degré suffisant d'approximation, de calculer un très-grand nombre de termes, et ce nombre croît sans cesse avec le temps, ce qui rend les calculs de plus en plus difficiles. On peut éviter cet inconvénient, dans beaucoup de cas, en développant les intégrales, non plus suivant les puissances ascendantes d'un accroissement attribué à l'une des variables indépendantes, mais suivant les puissances ascendantes d'un paramètre que renferment les équations données, ou même suivant les puissances ascendantes d'un paramètre que l'on introduit arbitrairement dans ces équations, sauf à lui attribuer plus tard une valeur numérique déterminée, en le réduisant, par exemple, à l'unité. Ainsi, en particulier, s'agit-il d'intégrer les équations différentielles du mouvement des planètes? On pourra multiplier les masses de ces astres, qui sont très-petites relativement à la masse du Soleil, par un même facteur α, comme je l'ai fait dans le Mémoire de 1831, puis développer les valeurs des inconnues suivant les puissances ascendantes de α, et poser, après les intégrations, $\alpha = 1$. Alors les approximations des divers ordres fourniront des termes repré-

sentés par des intégrales définies des divers ordres et respectivement proportionnels aux diverses puissances des masses.

» En général, si les équations données, étant réduites à des équations du premier ordre, sont présentées sous une forme telle que leurs premiers membres soient précisément les dérivées des inconnues relatives au temps, et si, dans ce cas, on développe les valeurs des inconnues en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes d'un paramètre avec lequel les seconds membres des équations s'évanouissent, les divers termes des séries obtenues seront représentés par des intégrales définies des divers ordres, et le *calcul des limites* fournira encore les conditions de la convergence des séries, avec les limites des erreurs que l'on commettra en arrêtant ces séries après un certain nombre de termes. La recherche de ces conditions et de ces limites est l'un des principaux objets de mon nouveau Mémoire.

» Je ferai, en terminant cet article, une remarque importante. Lorsqu'en Astronomie on intègre les équations des mouvements planétaires par la méthode ci-dessus rappelée, alors, dans la détermination des éléments elliptiques, les approximations successives, et même l'approximation du premier ordre, qui a pour objet la recherche des quantités proportionnelles à la première puissance des masses des planètes, introduisent dans les intégrales des termes *séculaires*, c'est-à-dire proportionnels au temps. Il était donc à désirer que l'on pût effectuer les développements des intégrales en séries de manière à éviter cette introduction. En m'occupant de cet objet, je suis encore parvenu à des résultats qui me paraissent dignes de quelque attention, et que j'exposerai dans un nouvel article. »

Note sur les substitutions qui abaissent le degré d'une équation entre deux variables, et sur l'emploi de ces substitutions dans la théorie des intégrales abéliennes ; par M. AUGUSTIN CAUCHY.

Note sur une démonstration très-simple d'un théorème qui comprend comme cas particulier le théorème fondamental sur lequel repose la théorie des constantes arbitraires ; par M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les objets de ces deux Notes seront exposés avec plus de détail dans de nouveaux articles. »

RAPPORTS.

Compte rendu des expériences faites sur une cuirasse de matière végétale feutrée soumise à l'expérimentation des membres de l'Académie par **M. Papadopoulo Vreto** (1).

(Commissaires, MM. Piobert, Séguier rapporteur.)

« Dans une précédente séance, vous avez honoré de votre bienveillante attention la lecture faite par M. Papadopoulo d'un Mémoire contenant d'intéressantes recherches sur les armes défensives des anciens; sans vouloir reproduire aujourd'hui les citations nombreuses d'auteurs consultés par M. Papadopoulo, qu'il nous soit permis de dire que ses investigations tendent à établir, en définitive, qu'à ces époques reculées, les matières végétales filamenteuses, imprégnées de sel et de vinaigre, étaient employées avec succès pour former des cuirasses propres à garantir le corps des hommes de l'atteinte des armes blanches perforantes ou coupantes.

» Préoccupé du choix que les anciens avaient fait des substances végétales pour protéger leur corps dans les combats, M. Papadopoulo a pensé que de semblables procédés, légèrement modifiés, pourraient encore servir utilement de nos jours à garantir les soldats contre le choc si violent des petits projectiles lancés par la poudre.

» Aussi a-t-il fait confectionner, avec du lin très-divisé, une espèce de feutre auquel il a donné le nom de *pilima* (de πίλημα, *feutre*, en grec). C'est avec cette matière qu'il a formé le plastron qu'il propose pour l'armement des troupes, et sur l'efficacité duquel il a provoqué avec confiance votre consciencieux examen.

» Nous n'avons pas, messieurs, à vous entretenir des recherches historiques de M. Papadopoulo; les résultats auxquels il est parvenu doivent *seuls* nous occuper un instant aujourd'hui, et, nous devons nous hâter de le dire, ce n'est pas au point de vue militaire, mais au point de vue purement expérimental, que nous allons exposer très-succinctement les épreuves répétées par vos Commissaires sur un plastron de *pilima*. La prétention de M. Papadopoulo est de former, avec du lin divisé, macéré dans une disso-

(1) Ce Rapport avait été lu dans la séance du 9 mai 1842, mais quelques membres ayant demandé une modification, M. le rapporteur fit remarquer que cette modification, qui lui semblait convenable, devait avoir l'assentiment de l'autre commissaire; en conséquence, il fut décidé que le Rapport serait présenté de nouveau après le retour de M. Piobert.

lution de sel et de vinaigre, feutré à l'arçon du chapelier, une espèce de matelas végétal infranchissable à la balle du pistolet de munition tiré même à bout portant.

» Le plastron de *pilima* soumis aux épreuves par vos Commissaires avait 29 millimètres d'épaisseur; la masse de feutre, recouverte d'un cuir verni, pesait, avec ses courroies d'attache, 4 kil. 570 grammes. Déjà fatigué par une précédente expérience, le tissu était, dans quelques parties, sensiblement altéré; néanmoins il a supporté, sans être traversé, le choc de cinq balles de calibre tirées à trois pas avec le pistolet réglementaire de cavalerie, chargé de 25$^{gr.}$,50 de poudre de guerre ordinaire. La pénétration moyenne de la balle dans le tissu a été, pour cette distance, d'environ 7 millimètres; à la distance de huit pas environ, la pénétration a été réduite à 5 millimètres. La balle, légèrement déformée, laissait encore derrière elle une couche de feutre assez peu sensiblement désagrégée, de 10 à 15 millimètres d'épaisseur.

» Le plastron, pendant l'expérience, était appliqué contre une caisse de bois blanc; les planches à demi pourries qui la composaient ont éprouvé un violent ébranlement, par suite de la commotion. Aussi, tout en proclamant l'efficacité de l'obstacle végétal opposé à la pénétration des balles tirées dans les circonstances précitées, vos Commissaires ne prétendent-ils rien conclure des avantages que de pareils plastrons pouvaient offrir pour la protection du corps de l'homme contre l'action des projectiles des petites armes à main. Pour arriver à une opinion sous ce point de vue, il eût été nécessaire de revêtir d'un tel plastron au moins un animal vivant, de le soumettre, ainsi garanti, aux violentes commotions résultant du choc répété de plusieurs balles arrêtées dans l'épaisseur du tissu. L'autopsie cadavérique, en révélant la présence ou l'absence de lésions organiques ou de fractures osseuses, eût permis d'asseoir une opinion, peut-être encore bien incertaine, sur le mérite d'une telle application expérimentée dans des circonstances aussi restreintes. Vos Commissaires ne se sont proposé de vérifier qu'une seule chose, la résistance du *pilima* composant le plastron soumis à l'examen de l'Académie par M. Papadopoulo; ils rendent hommage à la vérité en déclarant que toutes les balles par eux tirées, de près ou de loin, avec le pistolet de cavalerie, chargé de la cartouche réglementaire de 25^{gr},50 de poudre de guerre ordinaire, contre le plastron de *pilima*, se sont toutes arrêtées dans son épaisseur, à des profondeurs variables avec les distances de tir, sans qu'aucune de toutes les balles tirées ait pu jamais traverser complétement le plastron soumis à l'épreuve. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE.—*Mémoire sur la cinchovine; par* M. J. MANZINI. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Regnault.)

« Le *quinquina jaën* du commerce, qui est aussi le *quinquina blanc* de la Condamine, et l'écorce du *cinchona ovata* de la flore du Pérou, a été de tout temps considéré comme dénué des propriétés fébrifuges des bons quinquinas, et par suite rejeté de la pratique médicale. Je n'ai réussi, en effet, à y découvrir ni quinine, ni cinchonine, mais j'ai pu y constater la présence d'une base végétale nouvelle, que j'appellerai cinchovine ou quinovine (de *quina ovata*), et dont j'essayerai dans ce travail de tracer l'histoire.

» La préparation de la cinchovine est exactement la même que celle de la quinine. Cette base se présente sous forme de cristaux prismatiques allongés, blancs, inodores, d'une saveur amère mais longue à se développer, par suite du peu de solubilité de cette substance. L'alcool la dissout très-bien, surtout à chaud; l'éther la dissout moins bien que l'alcool; elle est presque tout à fait insoluble dans l'eau. Les acides étendus la dissolvent et forment des sels qui, d'ordinaire, cristallisent assez facilement, très-solubles dans l'alcool, même faible, mieux à chaud qu'à froid, et dont les solutions sont précipitées par les alcalis et leurs carbonates, qui en séparent la cinchovine, par l'iodure de potassium, le bichlorure de platine, le chlorure d'or, et autres chlorures métalliques. L'ammoniaque aussi précipite les sels de cinchovine, et met la base en liberté; mais une partie seulement de cinchovine se précipite à l'état insoluble, surtout si l'excès d'ammoniaque est un peu considérable, car une partie de la base reste dissoute à la faveur de l'ammoniaque, et se dépose en cristaux déliés par l'évaporation de cette dernière; la portion même de cinchovine qui s'était précipitée, et qui était entièrement amorphe, finit par se changer en une masse cristalline d'un blanc nacré éblouissant. Il faut deux ou trois jours de temps pour que cet effet se produise. La solution alcoolique de cinchovine est très-amère; elle ramène au bleu le tournesol rougi par les acides, et verdit le sirop de violettes.

» Soumise à une température successivement croissante jusqu'à $+ 150^{\circ}$, la cinchovine ne change pas d'aspect et ne diminue pas de poids. Chauffée dans un tube à $+ 188^{\circ}$, elle fond en un liquide brunâtre sans se volatili-

ser; par le refroidissement elle se solidifie en une masse d'apparence résineuse, de la couleur de la colophane, fendillée sur toute sa surface; dans cet état, son poids est le même qu'avant la fusion, et, si on la fond de nouveau, on trouve que son point de fusion n'a pas changé. La cinchovine ne peut donc pas être rangée parmi les corps qui, d'après l'intéressante observation de Wöhler, dans son Mémoire sur l'acide lithofélique, offrent la propriété remarquable d'avoir deux points de fusion différents, suivant qu'ils sont amorphes ou cristallisés. La cinchovine fondue et refroidie est également soluble dans l'alcool bouillant, et s'en dépose en cristaux par le refroidissement. Vers + 190°, cette matière se décompose; elle fournit alors des produits empireumatiques d'une odeur très-fétide, et laisse un charbon très-volumineux. Ces expériences montrent que la cinchovine cristallisée est complétement anhydre.

» De quatre expériences on a déduit:

	I.	II.	III.	IV.
Carbone....	69,69	69,92	69,05	69,70
Hydrogène..	6,88	7,04	7,28	6,97
Azote......	7,23	7,39	7,62	7,23
Oxygène....	16,20	15,65	16,05	16,10
	100,00	100,00	100,00	100,00

» Tous ces nombres conduisent à la formule suivante :

C^{46}	= 3450,00	69,80
H^{54}	= 337,50	6,83
Az^{4}	= 354,08	7,16
O^{8}	= 800,00	16,21
1 équivalent cinchovine....	= 4941,58	100,00

» Ces nombres de la théorie s'accordent très-bien avec ceux de l'expérience.

» D'ailleurs l'exactitude de cette formule se trouve confirmée par l'analyse du bisulfate de cinchovine. Ce sel, que l'on prépare aisément en dissolvant à chaud cette base dans un léger excès d'acide sulfurique très-dilué, et laissant cristalliser la solution, m'a donné les résultats suivants :

		Calculés.	Trouvés.
C^{46}	= 3450,00	55,92	55,59
H^{58}	= 362,50	5,88	6,07
Az^{4}	= 354,08	»	»
O^{10}	= 1000,00	»	»
$2SO^{3}$	= 1002,24	16,24	16,68
1 équivalent de bisulfate	= 6168,82	100,00	100,00

et la formule atomique du sel sera

$$2SO^3, C^{46}H^{54}Az^4O^8 + 2H^2O. »$$

ANATOMIE. — *Recherches sur la structure intime des poumons dans l'homme et les mammifères; par* M. **Bourgery**. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans la dernière séance j'ai exposé l'anatomie microscopique du capillaire aérien; voici maintenant celle du capillaire sanguin.

» Il existe deux espèces de capillaires pulmonaires qui semblent correspondre évidemment à une destination fonctionnelle différente : l'un formé par une chaîne sans fin de vaisseaux annulaires, relativement d'un très-grand volume; l'autre composé de réseaux membraneux de capillicules infiniment petits, qui remplissent les espaces des anneaux vasculaires.

» *Vaisseaux annulaires.* — Ces vaisseaux sont renfermés dans l'épaisseur des cloisons. Leur forme et leurs anastomoses sont invariablement les mêmes. Une artériole d'origine représente une tige dont les rameaux divergents se distribuent en cône ou en arbre. Deux ramifications principales, en s'écartant, pénètrent dans les cloisons intercanaliculaires, en interceptant un premier canal rétréci dans l'espace triangulaire qui le renferme. Au delà, elles enveloppent les canaux les plus voisins par autant de polyèdres ou d'anneaux vasculaires irréguliers formés par un seul vaisseau. La même disposition se répète de proche en proche, tous les canaux se trouvant ainsi environnés de vaisseaux annulaires, interposés dans leurs cloisons, du $\frac{1}{3}$ au $\frac{1}{5}$ de leur volume ($\frac{1}{15}$ à $\frac{1}{25}$ de millimètre), qui s'abouchent les uns aux autres, dans les points tangents de leurs courbes adossées, ou aux nœuds d'intersection.

» A l'autre extrémité, les vaisseaux annulaires recomposent, par leur jonction, des rameaux dont l'inosculation forme les veinules; en sorte que, sur une coupe, soit entre deux rameaux nés de l'artériole d'origine ou de deux artérioles voisines, soit dans l'espace intermédiaire des artérioles aux veinules, la surface est formée par un canevas de ces vaisseaux annulaires, communiquant entre eux, ou mieux se continuant partout les uns avec les autres sans interruption, et dégradant un peu de diamètre des rameaux vers le centre moyen de jonction. L'ensemble de cette surface, criblée par les canaux que circonscrivent les cloisons vasculaires, présente l'image

d'un filet. La même disposition s'observe à tous les plans, quelle que soit leur inclinaison relative.

» *Réseaux de capillicules.* — Ce système de petits vaisseaux a son siége dans l'épaisseur de la paroi membraneuse elle-même des canaux capillaires aériens, tant les canaux ramifiés bronchiques que les canaux labyrinthiques. Il se présente donc en surface, séparé seulement de l'air atmosphérique à l'état normal, par une très-mince épaisseur de membrane, et il est situé à un plan plus superficiel que les vaisseaux annulaires logés dans l'épaisseur des cloisons.

» Pour être bien compris, le système de capillicules réticulés doit être considéré sous deux aspects : par fractions distinctes infiniment petites et dans son ensemble.

» 1°. Au point de vue fractionnel, il occupe les aires que circonscrivent entre eux les vaisseaux annulaires et leurs rameaux d'anastomoses, et forme, dans la membrane interne aérienne, autant de petites surfaces réticulées qu'il existe d'aires polyédriques entre ces vaisseaux. Étudié dans sa forme anatomique, le réseau se compose de petits rameaux en nombre inégal, du tiers au cinquième en volume des vaisseaux annulaires, qui s'abouchent dans ceux-ci sur divers points de la circonférence de l'aire qu'ils inscrivent, et se divisent en ramuscules très-déliés; ceux-ci se perdent dans un réseau de capillicules de même volume, environ $\frac{1}{100}$ de millimètre, qui tapisse également toute la surface. Les capillicules, du reste, s'abouchent continuellement les uns dans les autres, et sont tellement serrés qu'ils ressemblent à une toile, leurs intervalles, plus petits qu'eux, ne se présentant que comme des points sous les plus forts grossissements.

» Cet aspect est le même entre les différents vaisseaux annulaires, ceux formés par les artérioles comme ceux formés par les veinules; en sorte que les aires comprises entre les vaisseaux annulaires sont comme autant de petites surfaces sanguines isolées, neutres, en quelque sorte, par rapport aux capillaires en anneaux, c'est-à-dire n'appartenant spécialement ni aux artères ni aux veines, mais également à toutes deux, leur extrême minceur les constituant, par elle-même, surfaces d'hématose. Par la même raison, leurs petits rameaux ne peuvent être considérés absolument comme naissant des vaisseaux annulaires ou comme s'y rendant, puisqu'ils semblent devoir remplir alternativement, suivant le besoin, l'un ou l'autre office d'apport ou de retour.

» 2°. Au point de vue d'ensemble, les petites surfaces, quoique appartenant plus spécialement à l'aire polyédrique qui les renferme, s'anastomo-

sent néanmoins par leur circonférence les unes avec les autres, et constituent, par leur réunion de proche en proche, une vaste surface de capillicules en réseaux qui occupe toute l'étendue de la membrane aérienne des poumons.

» *Cloisons intercanaliculaires.* — Elles forment les intervalles qui séparent les canaux. D'une épaisseur variable et qui est de la moitié au quart du diamètre d'un canal, elles se composent de deux petites membranes, segments de la paroi circulaire de deux canaux, et entre lesquelles se trouvent renfermés les vaisseaux annulaires et les petits canaux labyrinthiques, ces derniers ne faisant que scinder un grand espace en plusieurs petits. La paroi membraneuse suit, dans chaque canal, un trajet sinueux qui détermine la forme du canal lui-même.

» Reste à déterminer l'accord physiologique des deux appareils capillaires dans le lobule qui en est le siége.

» Quant au canal aérien, je dois faire remarquer l'avantage, pour les communications et les dégagements de l'air en tous sens, d'un sac contractile formé par un système de canaux anastomosés dans toute direction et tous solidaires, où l'obstruction capillaire sur un point n'empêche pas la circulation des gaz, non-seulement au delà de l'obstacle, mais même, en quelque sorte, autour de lui, dans le canal qui le renferme.

» Enfin la double disposition des capillaires sanguins autour des canaux ramifiés bronchiques et labyrinthiques, et dans l'épaisseur de leur paroi membraneuse, offre à la fois l'image et l'instrument des deux fonctions qui s'exécutent en même temps dans le poumon. Le système *annulaire,* où le sang circule par 40 à 80 globules de front, est proprement l'organe circulatoire ou destiné à entretenir le cercle de la circulation du cœur droit au cœur gauche, même pendant les maladies des poumons; tandis que le *système réticulé,* où les globules du sang se tamisent dans la membrane aérienne pour passer un à un, en chapelet, à travers la série des capillicules d'une aire polyédrique, et successivement par une chaîne de cinq à huit petites surfaces semblables intermédiaires des artérioles aux veinules, s'annonce, par cela même, comme la surface essentielle d'hématose, ou l'organe proprement respiratoire. »

M. **Rayer** commence la lecture de la première partie de ses recherches de *Pathologie comparée* : cette partie est relative aux *Affections tuberculeuse des organes respiratoires considérées dans différentes classes du règne animal.* M. Rayer continuera cette lecture dans une prochaine séance.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur l'élasticité et la ténacité des métaux; par* M. WERTHEIM. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Pelouze, Babinet, Duhamel.)

« Dans le grand nombre de recherches qui ont été entreprises sur les propriétés mécaniques des corps, les expérimentateurs se sont, pour la plupart, bornés à confirmer les lois que l'analyse avait fait connaître d'avance ou à examiner les substances qui entrent dans les constructions. Ainsi, tandis que, d'un côté, les lois des petits changements de forme et des vibrations peuvent être regardées comme parfaitement connues, et que, de l'autre côté, le fer et l'acier, le bois et les pierres ont été étudiés avec soin, les propriétés mécaniques des corps en général et les lois des déplacements de leurs molécules, quand ces déplacements ne sont plus très-petits par rapport aux distances qui les séparent, ont été presque entièrement négligés.

» La constance ou la variabilité du coefficient d'élasticité dans une même substance placée dans différentes circonstances, les changements que le traitement mécanique, le recuit, l'élévation de température peuvent lui faire subir, le rapport entre la vitesse théorique et la vitesse réelle du son, les lois des déplacements permanents et des différentes positions d'équilibre, l'existence d'une vraie limite d'élasticité et d'un allongement maximum, enfin les valeurs numériques de toutes ces quantités et leur liaison avec la nature chimique des corps (1), offrent autant de questions qui n'ont pas encore été traitées par les physiciens, ou qui ont été résolues dans des sens différents.

» Dans ce premier Mémoire, que j'ai l'honneur de soumettre au juge-

(1) Quelques mois après le dépôt de mon paquet, M. Masson a présenté à l'Académie un Mémoire dans lequel il cherche à établir, par ses propres expériences sur le fer, le cuivre et le zinc, et par les expériences de Chladni sur l'étain et l'argent, la loi suivante : En multipliant les coefficients d'élasticité des corps simples par un multiple ou sous-multiple de leurs équivalents, on obtient un nombre constant. M. Masson n'attribue lui-même ce fait qu'au hasard (*Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. III). Je n'ai donc pas cru devoir revenir là-dessus. On conçoit, du reste, qu'on peut toujours obtenir un certain accord en choisissant arbitrairement les nombres entiers par lesquels il faut multiplier ou diviser les poids atomiques.

ment de l'Académie, je ne m'occupe que des métaux simples. Dans un court historique des travaux faits jusqu'ici, je rappelle d'abord les expériences sur la constance du coefficient d'élasticité : Coulomb et Lagerhjelm ont trouvé le même coefficient d'élasticité pour le fer et pour l'acier de même échantillon, quel qu'ait été le traitement mécanique auquel ils furent soumis; M. Poncelet, au contraire, en s'appuyant sur l'ensemble des résultats connus, n'admet pas cette constance même pour le fer. Les autres métaux n'ont pas encore été étudiés sous ce rapport.

» M. Gerstner conclut de ses expériences sur des fils d'acier, que le coefficient d'élasticité reste le même dans les différentes positions d'équilibre du fil.

» En négligeant les différences qui peuvent avoir lieu sur un même métal, à cause des variations dans sa densité ou à cause de son impureté, les coefficients d'élasticité ont été déterminés, pour le plomb, le zinc, l'argent, le platine, le cuivre, le fer et l'acier, par Coulomb, Tredgold, Barlow, Young, Rennie, Duleau, Navier, Lagerhjelm, Leslie, Gerstner, Séguin, Martin, Savart, Weber, Ardant et par la commission royale du Hanovre.

» Chladni a pris la vitesse du son sur le fer, le cuivre, l'argent et l'étain, et Savart sur le fer, l'acier et le cuivre. M. Masson a fait connaître les vitesses dans le zinc et le plomb pauvre.

» Ces résultats forment à peu près l'ensemble de nos connaissances expérimentales sur l'élasticité à la température ordinaire; les changements que l'élasticité éprouve par l'élévation de température n'ont pas encore été étudiés.

» Les recherches sur la cohésion des métaux sont beaucoup plus nombreuses; mais, par leur nature même, moins aptes à donner des résultats concordants. Il serait trop long de les citer ici; je rappellerai seulement encore que l'influence du recuit sur la cohésion a été étudiée par MM. Dufour, Baudrimont et Karmarsch, et celle de l'élévation de température sur la cohésion du fer par MM. Tredgold, Lagerhjelm, Trémery, Poirier et Dufour. Enfin, MM. Minard et Desormes ont fait connaître la diminution de cohésion que le plomb, l'étain et le cuivre éprouvent par la chaleur.

» Mes expériences ont porté sur les métaux homogènes, que j'ai moi-même réduits ou analysés, quand il n'était pas possible de les avoir parfaitement purs : c'étaient le plomb, l'étain, le cadmium, l'or, l'argent, le zinc, le platine, le cuivre, le fer et l'acier. Chaque métal fut d'abord coulé, quand cela se pouvait, puis écroui et étiré, et enfin recuit. Dans chacun de ces états sa densité a été prise, puis j'ai déterminé son coefficient d'élasticité

et la vitesse du son correspondante, au moyen de trois méthodes différentes : par les vibrations transversales, par les vibrations longitudinales et par l'allongement.

» Le nombre de vibrations transversales par seconde, a été déterminé par la méthode de dessiner les vibrations, due à M. Duhamel. Un petit crochet élastique, attaché au sommet de la verge à examiner, laisse une empreinte sur un disque enduit de noir de fumée. N'ayant pu réussir à donner à ce disque un mouvement uniforme, j'ai déterminé la durée des vibrations en comparant les vibrations de la verge à celles d'un diapason normal, exécuté par M. Marloye, et faisant exactement 256 vibrations par seconde; le temps se trouve ainsi déterminé à moins de $\frac{1}{2560}$ de seconde près.

» Le nombre des vibrations longitudinales fut déterminé au moyen d'un sonomètre différentiel, accordé sur le même diapason. Je me suis assuré de l'exactitude de cette évaluation en comptant directement les vibrations longitudinales dessinées par deux verges de 2 mètres de longueur. Les différences n'ont été que de 3 à 7 vibrations sur mille.

» Enfin les verges et fils furent soumis à l'action de charges successivement croissantes, dans un appareil qui permettait de mettre et d'ôter les charges, même fort considérables, avec une grande facilité et sans secousses. Les allongements totaux sont composés de deux parties, l'une qui disparaît avec l'action de la charge, et l'autre qui est permanente. Chacune de ces deux parties fut séparément mesurée au moyen d'un cathétomètre donnant les centièmes de millimètre. Ainsi, non-seulement le coefficient d'élasticité a été de nouveau déterminé dans chaque position d'équilibre que la verge atteignait, mais aussi tout ce qui a rapport à la limite d'élasticité, à l'allongement maximum et à la cohésion, a été étudié en même temps. Après la rupture, la densité et l'élasticité des fragments ont été de nouveau examinées. Enfin, toutes les expériences par l'allongement ont été répétées aux températures de 100° et de 200°.

» Voici les conclusions qu'on peut tirer du résultat de ces expériences :

» 1°. Le coefficient d'élasticité n'est pas constant pour un même métal; toutes les circonstances qui augmentent la densité le font grandir, et réciproquement.

» 2°. Les vibrations longitudinales et transversales conduisent sensiblement au même coefficient d'élasticité.

» 3°. Les vibrations conduisent à des coefficients d'élasticité plus grands que ceux qu'on obtient par l'allongement; cette différence provient de l'accélération de mouvement produite par la chaleur dégagée.

» 4°. Par suite, le son dans les corps solides, est dû aux ondes avec condensation, et l'on pourra, au moyen de la formule donnée par M. Duhamel, se servir du rapport entre les vitesses théorique et réelle du son pour trouver le rapport de la chaleur spécifique sous pression constante à celle sous volume constant. Ce rapport est plus grand pour les métaux recuits que pour les métaux non recuits.

» 5°. Le coefficient d'élasticité diminue avec l'élévation de la température, dans un rapport plus rapide que celui qu'on déduirait de la dilatation correspondante.

» 6°. L'aimantation ne change pas sensiblement l'élasticité du fer.

» 7°. L'allongement des verges ou fils, par l'application de charges, ne change que très-peu leurs densités; le coefficient d'élasticité doit donc aussi peu varier dans les diverses positions d'équilibre, et c'est, en effet, ce qui a lieu tant que les charges n'approchent pas de très-près celle qui produit la rupture. La loi de Gerstner se trouve donc confirmée sur tous les métaux qui atteignent encore sensiblement une position d'équilibre après avoir dépassé leur limite d'élasticité.

» 8°. Les allongements permanents ne se font pas par sauts, par saccades, mais d'une manière continue; en modifiant convenablement la charge et sa durée d'action, on pourra produire tel allongement permanent qu'on voudra.

» 9°. Il n'existe pas de vraie limite d'élasticité; et, si l'on n'observe pas d'allongement permanent pour les premières charges, c'est qu'on ne les a pas laissé agir pendant assez de temps, et que la verge soumise à l'expérience est trop courte relativement au degré d'exactitude de l'instrument qui sert aux mesures.

» Les valeurs de l'allongement maximum et de la cohésion dépendent aussi beaucoup de la manière d'opérer; on les trouve d'autant plus grandes que l'on augmente plus lentement les charges.

» On voit à combien d'arbitraire est soumise la détermination du plus petit et du plus grand allongement permanent, et qu'on ne saurait, avec M. Lagerhjelm, fonder une loi sur leurs valeurs.

» 10°. La résistance à la rupture est considérablement diminuée par le recuit. L'élévation de température jusqu'à 200° ne diminue pas de beaucoup la cohésion des métaux recuits d'avance.

» Après cette partie purement expérimentale, j'essaye de trouver un rapport entre le coefficient d'élasticité, qui est la seule donnée mécanique vraiment scientifique, et la constitution moléculaire, pour comparer les ré-

sultats du calcul à ceux de l'expérience. M. Poisson a été conduit à l'expression suivante du coefficient d'élasticité :

$$q = \frac{\pi}{g} \sum_{r=\alpha}^{r=\infty} \frac{r^5}{\alpha^5} \frac{d\frac{1}{r}fr}{dr},$$

dans laquelle on désigne par α la distance moyenne des molécules, par r le rayon d'activité de la molécule, la fonction fr donnant la résultante de l'action simultanée de la force moléculaire attractive et de la répulsion due à la chaleur.

» Pour trouver α, j'admets que le poids de chaque molécule est exprimé par son poids atomique; on sait combien cette hypothèse a acquis de probabilité par les recherches de MM. Dulong et Petit, Avogrado, Regnault et Baudrimont, sur la chaleur spécifique.

» Le nombre relatif d'atomes contenus dans un même volume, s'obtient donc en divisant le poids spécifique par le poids atomique; l'inverse de la racine cubique de ce nombre est la mesure de la distance des molécules pour chaque métal dans ses différents états, c'est-à-dire la valeur de α. Il ne reste donc d'inconnu dans la formule que la fonction fr, que l'on pourra essayer d'en déduire.

» Voici les conséquences de cette formule :

» 1°. q doit devenir plus grand quand α diminue, et réciproquement. On voit, dans le quatrième tableau de mon Mémoire, qu'en effet cela a lieu ; mais les condensations et les dilatations que nous pouvons produire par des moyens mécaniques sont trop petites pour qu'on puisse déterminer, avec certitude, le rapport entre les changements de α et de q; toutefois le produit $q\alpha^7$ est, à très-peu près constant, pour un même métal.

» Avec l'élévation de température, le coefficient d'élasticité décroît si rapidement, que le produit $q\alpha^7$ est toujours plus petit qu'à la température ordinaire; la fonction fr doit donc contenir la température;

» 2°. Les différents métaux se suivent dans le même ordre, quant à la proximité des molécules, aux coefficients d'élasticité et à leur faculté de conduire le son relativement à son intensité. (Cette dernière n'est connue qu'approximativement par les expériences de Perolle.)

» Le platine seul se place entre le cuivre et le fer par rapport au coefficient d'élasticité, tandis qu'il est placé entre le zinc et le cuivre par rapport aux distances des molécules.

» 3°. Le produit du coefficient d'élasticité par la septième puissance de la moyenne distance relative des molécules est le même pour la plupart des métaux. Cet accord est aussi complet qu'on peut l'exiger, à ce degré d'approximation, pour le plomb, le cadmium, l'or, l'argent, le zinc et le fer; mais le cuivre donne un produit un peu moindre, et l'étain et le platine, des produits beaucoup plus élevés que les autres métaux.

» Si cette concordance était générale, on en conclurait que la résultante de la force moléculaire attractive et de la répulsion de la chaleur décroît en raison inverse de la cinquième puissance des distances.

» Mais, cet accord ne se confirmant pas sur tous les métaux, les expériences prouvent seulement que cette résultante décroît en effet, comme on le suppose dans les calculs, beaucoup plus rapidement qu'en raison inverse du carré des distances. »

Dans la Lettre jointe à ce Mémoire, l'auteur demande l'ouverture d'un paquet cacheté qu'il avait adressé en date du 19 juillet 1841. Ce paquet, ouvert séance tenante, renferme la Note suivante.

Paquet cacheté adressé par M. WERTHEIM *en* 1841, *et dont le dépôt a été accepté par l'Académie dans sa séance du* 19 *juillet.*

« Les physiciens admettent, en général, que le poids atomique représente le vrai poids des molécules, et que les diamètres des molécules sont négligeables à l'égard des distances qui les séparent. On peut donc obtenir le nombre de molécules des différents corps simples contenus dans l'unité de volume, en divisant leurs poids spécifiques par leurs poids atomiques; quant aux corps composés, ce même raisonnement pourra conduire à la connaissance de leur arrangement moléculaire.

» Or la force attractive doit nécessairement être une fonction de la distance, fonction que l'expérience seule peut faire connaître, et qui conduira à la connaissance des lois de la cohésion, de l'élasticité et de la vitesse du son. Le rapprochement contenu dans le tableau suivant, et que j'ai déjà communiqué à M. d'Estingshausen, à Vienne, il y a quatre ans, démontre en effet l'intime liaison de ces différentes quantités.

» La première colonne contient les poids spécifiques des métaux fondus, la seconde contient les poids atomiques, en supposant le poids atomique de l'oxygène = 1; la troisième colonne, enfin, contient les nombres d'atomes sous l'unité de volume.

» Les poids atomiques sont ceux de M. Berzélius, excepté celui de l'argent, qui est réduit à la moitié, conformément aux recherches de MM. Dulong et Petit, et de M. Regnault, sur la chaleur spécifique.

	S.	A.	S.A.	RÉSISTANCE A LA RUPTURE par millimètre. Par extension, d'après Guyt.-Morveau.	Par compression, d'après Rennie.	Coefficient d'élasticité Tredgold.	Vitesse du son Chladni.
Plomb	11,352	12,94498	0,8769	0,022	145	600	»
Étain	7,285	7,35294	0,9907	0,063	620	3200	7,5
Or	19,258	12,43013	1,5493	0,274	»	»	»
Argent	10,542	6,75803	1,5599	0,341	»	»	9,0
Zinc	6,861	4,03226	1,7015	0,199 (*)	»	9600	»
Platine	21,530	12,33499	1,7454	0,499	»	»	»
Cuivre	8,850	3,95695	2,2365	0,550	3855	»	12,0
Fer	7,788	3,39205	2,2959	1,000	»	20000	17,0

(*) La résistance du zinc est plus petite qu'elle ne devrait être d'après son nombre d'atomes; mais on peut bien attribuer cette discordance à l'impureté du métal soumis à l'expérience, ou à son état de cristallisation.

» Remarquons encore que les métaux, rangés d'après leur conductibilité pour l'intensité du son, se suivent ainsi, suivant Perolle : plomb, étain, or, argent, cuivre, fer.

» Enfin le diamant, le plus dur des corps simples, contient à peu près deux fois autant de molécules que le fer; son nombre est 4,668 à 4,708; on obtient ces nombres en divisant ses poids spécifiques extrêmes 3,501—3,531, par son poids atomique 75, récemment déterminé par M. Dumas.

» On voit que, dans les corps simples qui ont été soumis à l'expérience jusqu'ici, la cohésion, l'élasticité et la conductibilité pour le son, tant à l'égard de sa vitesse que quant à son intensité, sont d'autant plus fortes que les molécules de ces corps sont plus rapprochées l'une de l'autre à la même température.

» Mais ces expériences sont loin d'être assez exactes pour qu'elles puissent servir de base aux calculs; en effet, on n'a opéré que sur un petit nombre

de métaux chimiquement impurs, et par les méthodes d'extension et de rupture, qui me paraissent moins aptes à l'étude des forces moléculaires que des recherches sur les vibrations. C'est dans ce but que je m'occupe actuellement d'expériences sur les vibrations des verges de métaux chimiquement purs, dont j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats. »

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur les Gordius et les Mermis; par* M. **Dujardin**.

(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Flourens, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Milne Edwards.)

« Il suffit de jeter les yeux sur ce qui a été fait jusqu'à présent sur ces animaux, qu'on a voulu mal à propos réunir aux Filaires, pour reconnaître combien est encore obscure et indécise la question considérée sous le double point de vue zoologique et anatomique. Cela tient, d'une part, à ce que, considérant seulement d'abord la forme extérieure, on a confondu les êtres les plus dissemblables, par ce seul motif qu'ils sont filiformes; et, d'autre part, à la difficulté extrême de disséquer méthodiquement des animaux dont les dimensions sont tellement disproportionnées, que la largeur d'un organe est contenue plus de deux cents fois dans sa longueur. Cela tient aussi à ce qu'on n'a connu ces helminthes que pendant la dernière période de leur vie, lorsque les organes digestifs, et peut-être d'autres organes importants, ont disparu plus ou moins complétement excessifs, par suite du développement des organes génitaux.

» Mes observations portent sur deux espèces de vrais *gordius,* dont une nouvelle, et sur un autre ver filiforme confondu généralement avec eux, et qui doit former le type d'un nouveau genre, sous le nom de *mermis nigrescens* (du mot grec *μέρμις*, *funiculus*). Ce ver, que j'ai étudié plus particulièrement, est blanchâtre, plus ou moins noirâtre à l'intérieur, par suite du développement des œufs; il est long de 100 à 125 millimètres, épais de 0,5 à 0,6, cylindrique, peu à peu aminci en avant, où la tête n'a qu'un dixième de millimètre; on l'a souvent trouvé et quelquefois très-abondamment enroulé autour des plantes, après la pluie, ou sur la terre humide, sous laquelle il avait vécu d'abord très-probablement parasite des larves de hanneton. Il ne vient au jour que pour répandre ses

œufs, qui sont noirs, larges d'un vingtième de millimètre, et contiennent un embryon enroulé, long d'un quart de millimètre, semblable à une anguillule, et qu'on peut garder vivant dans l'eau pendant quelque temps. Le *mermis* ne tarde pas à périr s'il reste exposé à l'air; mais, si on le met dans l'eau, il peut y rester vivant pendant plus de huit jours, quoiqu'il s'efforce sans cesse d'en sortir.

» Le *mermis* diffère des *gordius* et de tous les helminthes et annelides, 1° par son tégument formé d'un épiderme homogène recouvrant une double couche de fibres obliques croisées, et d'un tube cartilagineux épais, formé de quinze à trente couches concentriques; et 2° surtout par le mode de développement de ses œufs, solitaires dans autant de capsules ou pyxides que soutiennent, à leurs deux pôles, deux funicules fibreux.

» Ce genre, pour lequel on devra créer un nouvel ordre d'Helminthes, intermédiaire entre les Nématoïdes et les Acanthocéphales, ceux-ci ayant de même un appareil digestif incomplet, et des œufs isolés dans une double ou triple enveloppe, sera caractérisé ainsi :

» MERMIS.—*Vermis corpore longissimo, filiformi, elastico, antice parum-per attenuato; capite subinflato; ore terminali minimo rotundo; intestino simplice, postice obsoleto; ano nullo; vulva antica, transversa.*

» *Ova juxta placentas lineares, intra tubum muscularem concepta, denique incapsulis monospermis, bipolaribus, bipedicellatis, deciduis inclusa.*

» L'espèce nommée *M. nigrescens* ayant pour caractères :

» *M. cauda obtusa; capite subangulato ob papillas* 5-6 *obsoletas; ovis nigris.*

» Des deux *gordius* que j'ai étudiés, l'un seulement, qui constitue une nouvelle espèce, *gordius Tolosanus*, est revêtu d'un épiderme élégamment aréolé, dont la présence et la structure doivent le caractériser spécifiquement.

» Ces deux *gordius* ont cela de commun, qu'ils sont sans bouche, sans anus, sans véritables nerfs ou vaisseaux. Ils sont, comme le *mermis*, revêtus d'un tégument épais, élastique, résistant et très-hygrométrique; mais ce tégument, à part l'épiderme qui distingue l'une des deux espèces, est formé de seize à vingt-quatre plans de fibres croisées entourant tout le corps comme un double système d'hélices.

» Ils ont à l'intérieur un tube charnu, musculeux, à parois épaisses, d'une structure rayonnée, ou formé de lames ou de fibres assemblées en lames longitudinales situées dans la direction de l'axe, et très-contractiles.

» Dans ce tube, les *gordius* ont tous un tissu aréolaire, à mailles polyédriques, renfermant chacune une substance blanche ou une masse arrondie, avec un globule qu'on pourrait prendre pour un ovule. Ce tissu est traversé, dans toute la longueur du tube, par une cloison irrégulière provenant du rapprochement des lames qui séparent les mailles ou cellules, et dans l'épaisseur de laquelle sont creusés de chaque côté un ou deux canaux. Enfin, tous ces animaux n'ont qu'une seule ouverture, située à l'extrémité supérieure, et servant sans doute à la génération. Ainsi, les *gordius* manquant des organes destinés à la conservation de l'individu, on est conduit à penser qu'ils pourraient être aussi, comme les *mermis*, le dernier terme du développement d'un helminthe chez lequel ces organes auraient été atrophiés, par suite de l'accroissement excessif du système tégumentaire et des organes destinés à la conservation de l'espèce. »

M. **W. Meister** adresse un Mémoire, écrit en allemand, sur la *vitesse de la lumière*.

(Commissaires, MM. Babinet, Regnault.)

M. **Coiffé** adresse une Note sur un *nouveau moteur*.

MM. Piobert et Séguier sont priés de prendre connaissance de cette Note, et de faire savoir à l'Académie si elle est de nature à devenir l'objet d'un rapport.

CORRESPONDANCE.

M. **Chevreul** fait hommage, au nom de l'auteur M. *Mulsant*, du deuxième volume de l'*Histoire naturelle des Coléoptères de France*. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

M. **Regnault** communique à l'Académie, des résultats très-curieux obtenus par M. **Moser**, de Kœnigsberg, sur la formation des images daguerriennes, et qui lui ont été adressés par M. *de Humboldt*.

« On sait maintenant que lorsqu'une plaque iodée est laissée pendant un temps convenable dans la chambre obscure, on obtient une image immédiatement visible, sans avoir besoin de passer la plaque au mercure. Mais cette image est une *image inverse* ou *négative*, c'est-à-dire que les clairs y sont représentés en noir, et les ombres, au contraire, se trouvent représentées par des clairs. Dans les expériences de M. Daguerre on n'attend pas que cette image négative paraisse; quand on retire la plaque

de la chambre noire, on n'y aperçoit rien; mais la couche iodée est suffisamment affectée pour que l'image paraisse lorsqu'on expose la plaque aux vapeurs mercurielles. Il faut néanmoins pour cela que la plaque soit restée exposée un temps suffisant à la radiation.

» Les expériences curieuses de M. Ed. Becquerel ont montré qu'il suffisait d'un temps extrêmement court pour que la pellicule iodée reçût une impression notable, laquelle n'était pas à la vérité rendue immédiatement sensible par la vapeur de mercure; mais que si la plaque était placée ensuite pendant quelque temps au soleil sous un verre rouge, la pellicule continuait à s'impressionner et l'image pouvait, après cette nouvelle action, devenir sensible par la vapeur mercurielle. De là, la distinction établie par M. Becquerel, de *rayons excitateurs* et de *rayons continuateurs*.

» M. Moser a constaté les principaux résultats de M. Becquerel et a observé de nouveaux faits.

» Il a reconnu qu'il était nécessaire que la plaque iodée restât exposée pendant un certain temps sous l'influence des premiers rayons, dans la chambre noire, pour que l'image pût se développer ensuite sous le verre rouge; mais que si l'on prolongeait très-longtemps l'action sous le verre rouge, on voyait apparaître directement une *image négative* (sans emploi de mercure).

» M. Gaudin avait déjà reconnu que les verres jaunes sont dans cette circonstance beaucoup plus actifs que les verres rouges. M. Moser a observé ce fait curieux : une plaque iodée, qui avait séjourné dans la chambre obscure à peu près le temps convenable pour donner l'*image positive* ordinaire (1) à la vapeur de mercure, fut placée au soleil sous un verre jaune; elle ne montrait alors aucune image : on vit aussitôt se former très-rapidement une *image négative*; celle-ci disparut au bout de quelques instants, et, après 10 à 15 minutes, il apparut à sa place une *image positive*.

» En employant des verres rouges, M. Moser n'a jamais pu obtenir d'image positive, quel que fût le temps de l'exposition; il a reconnu, au contraire, que cette transformation avait lieu très-bien sous les verres verts.

» M. Moser se trouve conduit à distinguer de la manière suivante l'action

---

(1) On donne le nom d'*image positive* ou *directe* à celle dans laquelle les clairs sont représentés par des clairs et les ombres par des noirs, comme dans nos dessins ordinaires.

des divers rayons du spectre: Sur la couche iodée intacte, les rayons violets et bleus sont les seuls actifs; ils produisent un commencement d'altération qui n'est pas visible directement, mais qui le devient par l'action de la vapeur mercurielle quand cette altération est arrivée à un certain point. Mais on peut distinguer deux périodes dans cette altération progressive de la couche iodée: à la fin de la première période, la couche iodée est tellement modifiée, que les rayons rouges et orangés agissent maintenant aussi bien que les rayons bleus et violets; mais les rayons jaunes n'agissent pas encore; car, si l'on retire la plaque trop tôt de la chambre obscure, on voit que les rayons jaunes sont tout à fait inactifs. A la fin de la seconde période les rayons verts et jaunes agissent à leur tour; la plaque est alors à peu près au point où l'image devient visible sous l'influence des vapeurs mercurielles.

» Une plaque iodée a été placée dans la chambre obscure et laissée pendant plus d'une heure dirigée sur des objets éclairés par le soleil, de manière à présenter une *image négative* très-distincte; cette image a été mise ensuite en plein soleil; au bout de quelques minutes l'image négative avait disparu et l'on vit apparaître à sa place une *image positive* tout aussi nette, dans laquelle les clairs avaient une nuance verdâtre et les ombres une couleur d'un rouge-brun foncé. M. Moser attribue ce dernier effet aux rayons jaunes et verts.

» On voit par ces expériences de M. Moser, qu'il y a deux images qui se forment successivement et directement sur la plaque. M. Moser a cherché s'il ne s'en formait pas encore d'autres; pour cela il a pris deux plaques dont l'une fût passée à l'iode et la seconde au chlorure d'iode; il plaça chacune de ces plaques dans une chambre noire particulière dont les lentilles étaient dirigées sur des maisons éloignées; les chambres noires étaient renfermées dans une pièce complétement obscure, pour éviter l'action de la lumière diffuse. La saison était très-défavorable, on était en hiver: l'expérience fut prolongée pendant treize jours; au bout de ce temps on trouva des images positives sur les deux plaques. La plaque au chlorure d'iode présentait l'image la plus vive; elle était d'un très-bel aspect par la vivacité de ses couleurs; les clairs étaient d'un bleu de ciel bien franc et les ombres d'un rouge de feu très-intense. M. Moser regarde ces images comme étant toujours la première image positive.

» La plaque au chlorure d'iode ayant été plongée dans la dissolution de l'hyposulfite de soude, les couleurs disparurent immédiatement, et l'on vit paraître *l'image négative*.

» M. Moser a fait ensuite une série d'expériences avec des rayons polarisés, dans le but de rechercher si les rayons qui produisent les images, se différentiaient sous ce rapport des rayons lumineux; il n'a pu constater aucune différence.

» En plaçant au devant de la lentille de la chambre obscure un prisme de chaux carbonatée achromatisé pour une des images et dirigeant la lentille sur une statue, il obtint deux images, parfaitement distinctes et nettes, bien qu'une seule des deux images parût achromatique à l'œil.

» M. Moser prit également les épreuves des anneaux colorés et des figures données par la lumière polarisée dans les plaques cristallines, verres trempés, etc., etc.; dans toutes ces circonstances les images se trouvèrent semblables à celles que l'on voit à la vue directe.

» On sait depuis longtemps que si l'on écrit avec certaines substances sur une plaque de glace bien polie, qu'ensuite on efface les caractères, et qu'on nettoie complétement la surface, les caractères reparaissent toujours quand on y projette de l'humidité par le souffle de l'haleine. M. Moser a reconnu que ce phénomène se présentait pour tous les corps polis, et quelle que soit la matière avec laquelle les caractères ont été tracés. Ainsi, on l'obtient d'une manière très-marquée en soufflant l'haleine sur la plaque de glace, et traçant immédiatement quelques caractères avec un pinceau très-propre; si l'on vient à souffler de nouveau l'haleine dessus après que la première humidité s'est évaporée, on voit reparaître les caractères. Le même phénomène se présente, même après plusieurs jours, à la surface du mercure, pourvu qu'on laisse ce liquide parfaitement tranquille. On l'observe aussi en plaçant sur une plaque polie un écran découpé, et projetant ensuite l'haleine sur l'écran. La vapeur d'eau qui se condense à l'endroit des découpures étant évaporée, on reconnaît toujours, d'après M. Moser, en soufflant de nouveau l'haleine sur la plaque, la place occupée par les caractères à la première insufflation.

» M. Regnault pense que, dans ces dernières expériences, la petite quantité de matière grasse qui se trouve constamment à la surface des corps, ou qui peut être envoyée par l'haleine, peut jouer un grand rôle; en se déposant différemment à la surface de la plaque, elle peut modifier suffisamment la nature de cette surface, pour que la modification devienne sensible par des réflexions inégales de lumière produites sur les dépôts inégaux de la vapeur.

» M. Moser a reconnu que la vapeur d'iode et la vapeur de mercure se

prêtent très-bien à la manifestation des images ; dans le cas où la vapeur d'iode seule ne manifestait pas l'image, on la faisait naître ordinairement en exposant ensuite la plaque aux vapeurs du mercure.

» Une plaque d'argent fut iodée comme pour les épreuves daguerriennes. On plaça sur cette plaque des objets divers, des médailles métalliques et non métalliques. L'objet étant enlevé, on reconnaissait quelquefois immédiatement sa place ; mais c'est surtout en exposant la plaque aux vapeurs de mercure que l'image paraissait d'une manière assez nette, pour que l'on put reconnaître parfaitement bien des figures, des lettres, etc.

» Cette expérience réussit tout aussi bien dans une *obscurité complète*, pendant la nuit, que sous l'influence de la lumière.

» Une plaque iodée traitée de la même manière, ne présentait aucune image après l'enlèvement de l'objet; mais l'image parut immédiatement, avec la plus grande netteté, quand la plaque fut exposée à la lumière diffuse ou au soleil.

» On obtient même une image sensible sur une plaque d'argent très-bien polie et n'ayant jamais servi, sans *la passer préalablement à l'iode* : on l'expose, après le contact de l'objet, à la vapeur de mercure. La même expérience a réussi avec des plaques d'autres métaux.

» M. Moser conclut de ces expériences que, lorsqu'une surface a été touchée dans certaines parties par un corps, elle a acquis la propriété de condenser les vapeurs des substances qui ont pour elle une certaine force d'adhésion, d'une autre manière dans les parties touchées que dans celles qui n'ont pas été au contact. De sorte que le contact aurait produit ici une modification analogue à celle de l'action de la lumière.

» Parmi les expériences faites par M. Moser, je citerai la suivante : Une plaque d'argent fut iodée pendant la nuit et dans une obscurité complète; on plaça ensuite sur la plaque une médaille taillée en agate, une plaque métallique gravée, un anneau en corne, etc. La plaque fut ensuite soumise aux vapeurs mercurielles ; on vit apparaître les images parfaitement nettes des figures gravées sur l'agate, des lettres gravées sur la plaque métallique, de l'anneau, etc.

» Des plaques traitées de la même manière furent exposées, après le contact, à la lumière diffuse ou à la lumière solaire, et l'on vit apparaître directement des images tout aussi nettes. Enfin les expériences furent faites en exposant la plaque impressionnée, sous des verres colorés aux radiations solaires : on n'obtint que des traces d'images sous les verres rouges et jaunes; les images furent, au contraire, très-nettes sous les verres violets.

» Une plaque d'argent, qui n'avait pas encore servi, fut polie avec le plus grand soin, puis placée sous un écran noir dans lequel on avait découpé des caractères; l'écran ne touchait pas la plaque. L'appareil fut placé pendant plusieurs jours à la lumière solaire. La plaque ayant été ensuite exposée aux vapeurs mercurielles, l'image des découpures parut d'une manière parfaitement nette.

» La même expérience réussit très-bien avec une plaque de cuivre, en l'exposant ensuite à la vapeur d'iode.

» Enfin on obtint le même résultat sur une plaque de glace en projetant dessus l'haleine, après le contact.

» Les expériences précédentes montrent qu'au contact il se forme à la surface des corps polis des modifications analogues à celles que ces corps éprouvent sous l'influence de la lumière. Mais voici un résultat bien plus extraordinaire de M. Moser : c'est que le même phénomène se produit dans l'obscurité la plus complète, par les corps placés à distance. M. Moser énonce ce fait de la manière suivante : *Lorsque deux corps sont suffisamment rapprochés, ils impriment leur image l'un sur l'autre.*

» Les expériences ont été faites dans une obscurité complète, la nuit; les plaques et les corps produisant image, étaient placés dans une boîte fermée, située elle-même dans une chambre complétement obscure. Les images paraissaient quelquefois au bout de dix minutes d'action.

» M. Moser a cherché si la phosphorescence jouait un rôle dans ce phénomène; il n'a pu observer aucune différence entre l'action d'un corps laissé depuis plusieurs jours dans une obscurité complète et celui qui venait d'être exposé à l'action des rayons solaires. Ce résultat fut très-net pour une plaque d'agate qui fut exposée au soleil, la moitié de sa surface étant garantie des rayons solaires. Il fut impossible de distinguer sur l'image obtenue au moyen de cette agate sur une plaque d'argent polie, la partie soumise à l'insolation, de la partie qui était restée couverte.

» Les vapeurs ne sont pas essentielles pour manifester ces phénomènes. Ainsi, une plaque d'argent iodée étant soumise, dans l'obscurité complète, à l'action d'un corps placé à petite distance, pendant un temps suffisant, on voit paraître l'image; les parties qui ont été le plus influencées sont noircies d'une manière très-sensible.

» La seule manière d'expliquer la formation d'images distinctes dans ces circonstances, si on l'attribue à des radiations, consiste évidemment à admettre que ces radiations diminuent extrêmement rapidement d'intensité avec l'obliquité. C'est, en effet, ce qu'admet M. Moser.

» M. de Humboldt annonce, dans sa Lettre, que les expériences de M. Moser sur la formation des images dans l'obscurité, au contact et à petite distance, ont été répétées avec plein succès à Berlin par M. Aschersohn, en sa présence et en celle de l'astronome M. Encke.

» Une vignette gravée en creux dans une plaque d'alliage métallique a été placée sur une plaque d'argent parfaitement polie et non iodée, et laissée pendant 20 minutes : l'image était peu marquée, mais elle est devenue plus nette en iodant la plaque et la passant ensuite au mercure. Dans une autre expérience, on a placé sur la plaque d'argent polie un camée en cornaline portant une inscription; les lettres étaient parfaitement lisibles sur l'image.

» M. Aschershon a obtenu des traces d'images très-distinctes en plaçant la plaque d'alliage gravée, à une distance d'environ un tiers de ligne de la plaque d'argent. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la fin de l'éclipse du 8 juillet, à la Chapelle près Dieppe; par* M. **Nell de Bréauté**.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie les observations de la fin de l'éclipse du 8 juillet que nous sommes parvenues à obtenir malgré un ciel chargé de nuages qui nous forçait à changer continuellement les verres de couleur de nos lunettes; néanmoins nous avons lieu de penser que ces observations sont *exactes*.

Fin de l'éclips.	A. Racine.	Temps sidéral $= 1^h 50^m 6^s,78$	Temps moyen $= 6^h 46^m 52^s,33$
Idem	moi	$= 1^h 50^m 8^s,78$	Temps moyen $= 6^h 46^m 54^s,33$

» Les temps étaient comptés à une excellente pendule de Breguet, dont la marche était déterminée par de nombreux passages d'étoiles au méridien, observés de jour et de nuit durant les jours qui ont précédé et suivi l'éclipse.

A $4^h 30^m$ du matin.	Barom. $= 748^{mm},86$.	Therm. extér. $= 12°,5$;
$7^h 15^m$	$= 749^{mm},16$	$= 14°,7$.
Latitude $49° 49' 7'',71$.	Longit. Ouest en temps $= 4^m 47^s,5$.	

» Il pleuvait au commencement de l'éclipse; le Soleil n'a été visible que vers la fin, et par intervalles très-courts. »

M. **Poiseuille** demande à être compris dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la section de Médecine et de Chirurgie par suite du décès de M. *Double*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

EMBRYOGÉNIE. — *Mode de développement et organisation de la caduque.*

M. **Lesauvage** adresse, de Caen, une réclamation de priorité à l'occasion d'une première communication de M. Coste sur le mode de formation, la disposition et l'organisation de la caduque.

« Si M. Coste, dit l'auteur de la Lettre, avait pris connaissance du Mémoire que j'ai publié en 1833 (*Recherches sur le développement, l'organisation et les fonctions de la membrane caduque. Arch. gén. de Médecine*, 2e série, t. II, p. 37), il aurait reconnu qu'avant lui, j'avais complétement renversé la théorie qui faisait arriver à la surface externe de la caduque l'œuf, qui devrait s'en envelopper comme d'un double bonnet; qu'également j'avais établi, par les faits d'abord et ensuite par le raisonnement, que cet œuf arrivait à l'intérieur de la membrane et en était alors totalement enveloppé, même du côté du placenta; et cependant je n'admets pas qu'elle prenne une grande part à sa formation. Le paragraphe suivant, que j'emprunte au Mémoire *sur les annexes du fœtus humain*, que j'ai publié depuis (in-8° Caen, 1835), rend mieux, je pense, l'idée qu'on doit se faire des phénomènes qui président à l'évolution de ces diverses parties. On lira, à la page 36: « Demander si la caduque passe au-dessus ou au-dessous du
» placenta, admettre qu'elle se réfléchit à sa circonférence, etc., c'est n'avoir
» pas compris le mode de formation de tout cet assemblage. Il y a des pseu-
» do-membranes là où cessent des surfaces planes qui absorbent, un tissu
» parenchymateux aux points où l'absorption est produite par des rameaux
» vasculaires diffus. »

» Dans ma théorie, on le voit, c'est à la présence d'un fluide à l'intérieur de l'utérus et aux phénomènes d'absorption que, d'après les lois du développement des pseudo-membranes, j'attribue la formation de la caduque, et même du parenchyme placentaire, et c'est en ce point seulement qu'il y a dissidence entre M. Coste et moi dans les faits qu'il a présentés comme nouveaux.

» Cet anatomiste prétend prouver que la membrane caduque est *une*

exfoliation de la couche interne de la substance même de la matrice. Je n'entreprendrai pas de combattre cette manière de voir avant de connaître les faits qu'il dit avoir sous les yeux; cependant je crois qu'il m'est permis de penser, dès à présent, qu'il lui sera difficile de la concilier avec l'existence de deux feuillets bien distincts à la caduque, et avec la présence du fluide qui existe entre eux aux premiers moments de la gestation, ainsi que l'ont bien constaté M. le professeur Breschet et antres expérimentateurs. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore lumineux observé dans la soirée du 11 juillet.* — Extrait d'une Lettre de M. **Lance** à M. *Arago.*

« Ce soir, à neuf heures dix minutes, j'ai pu observer de l'une des fenêtres de la maison que j'habite dans la plaine de Passy, un météore enflammé suspendu à 2 ou 3° au-dessus de l'horizon, dans la direction de l'ouest-nord-ouest.

» Ce corps avait la forme d'une poire renversée; il était très-lumineux et paraissait à peu près immobile. Après trois ou quatre minutes d'observation, je vis sa forme s'altérer, son extrémité inférieure se fondre pour ainsi dire, et présenter ensuite une forme détachée, à peu près circulaire, qui s'annexa bientôt à la masse principale. Enfin les matières enflammées se déplacèrent, pâlirent, puis se rapprochèrent pour prendre la forme d'un beau croissant, un peu moins brillant, mais cinq ou six fois plus grand que celui de la Lune dans son premier quartier. Ce croissant se montra environ deux minutes, puis descendit insensiblement se cacher derrière le mont Valérien. »

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés par M. **Moreau** et par M. **Levesque.**

A quatre heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie propose, par l'organe de son président, M. Magendie, de déclarer qu'il y a lieu de nommer à la place devenue vacante par suite de la mort de M. *Double.*

L'Académie, consultée par voie de scrutin sur cette proposition, décide, à une majorité de 16 voix contre 5, qu'il n'y a pas lieu d'élire.

En conséquence, l'élection est, conformément au règlement de l'Académie, ajournée à six mois.

Il paraît nécessaire de faire remarquer que l'Académie, en prenant cette décision, n'a considéré les choses que sous le rapport du petit nombre de ses membres actuellement présents, et nullement sous le rapport des candidats, parmi lesquels elle se plaît à compter plusieurs hommes d'un mérite éminent.

La séance est levée à six heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842, n° 2.

Histoire du Somnambulisme chez tous les peuples; par M. GAUTHIER; 2 vol. in-8°.

Histoire naturelle des Coléoptères de France; Lamellicornes; par M. MULSANT; 1 vol. in-8°.

Du Cancer du rectum, et des opérations qu'il peut réclamer; parallèle des méthodes de Littré et de Callisen pour l'anus artificiel; par M. VIDAL (de Cassis); broch. in-8°.

Annales des Mines: tome XX, 6e liv. de 1841.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VII, n° 19.

Voyage autour du Monde pendant les années 1837 *à* 1840; *par* M. LE GUILLOU; mis en ordre par M. J. Arago; livraisons 5 à 10; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; juillet 1842; in-8°.

A Monograph... *Monographie des Macropidées ou famille des Kangouros; par* M. J. GOULD; partie 2; Londres, 1842; in-folio, fig. color.

Conchologia... *Conchyliologie systématique; par* M. L. REEVE; 9e partie; in-4° avec planches color.

Proceedings... *Comptes rendus de la Société électrique de Londres;* partie 5; Londres, 1842; in-8°.

Royal... *Comptes rendus de la Société astronomique de Londres;* n° 24, 10 juin 1842; in-8°.

The ninth. — *Neuvième Rapport annuel sur les travaux de la Société royale polytechnique de Cornouailles;* Falmouth, 1841; in-8°.

On the... *Sur le Tchornoi-zem, ou terre noire des régions centrales de la Russie; par* M. R.-I. MURCHISON; Londres, 1842; in-8°.

Chorographische... *Carte topographique du cercle de Mühl, dans l'Autriche au-dessus de l'Ens; par* M. BENEDICT PILWEIN; format atlas.

Gazette médicale de Paris; n° 29.

Gazette des Hôpitaux; n° 83 à 85.

L'Expérience; n° 263.

L'Écho du Monde savant; nos 3 et 4.

L'Examinateur médical; tome III, n° 1.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — JUIN 1842.

Jours du mois.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	763,02	+19,9		762,38	+21,5		761,77	+22,5		761,97	+17,0		+25,0	+ 9,9	Beau, vapeurs	E. N. E.
2	762,41	+20,0		762,20	+21,6		761,58	+22,2		762,58	+17,3		+23,0	+12,1	Couvert..........	O.
3	763,79	+15,4		763,66	+18,2		761,89	+19,3		761,35	+16,5		+20,9	+10,2	Beau..........	N. O.
4	759,65	+18,8		758,64	+20,1		757,68	+21,7		756,44	+18,2		+23,4	+ 8,3	Beau..........	E. N. E.
5	755,61	+22,6		754,24	+23,6		753,81	+24,4		753,01	+20,5		+26,2	+11,9	Beau..........	N. E.
6	753,93	+23,0		754,05	+25,7		754,19	+26,4		756,18	+22,9		+28,2	+12,0	Beau..........	E. S. E.
7	759,12	+22,2		759,33	+24,6		759,00	+25,2		760,07	+21,7		+27,1	+16,3	Vapeurs ⊙..........	N. E.
8	760,44	+22,0		759,93	+23,6		758,73	+25,6		758,25	+22,9		+27,1	+15,3	Vapeurs ⊙..........	N. E.
9	758,30	+24,2		757,56	+26,2		756,24	+28,0		755,78	+23,1		+29,4	+17,0	Beau, quelques nuages....	N. E.
10	755,45	+25,2		754,88	+27,9		754,14	+29,4		754,75	+25,6		+31,0	+17,8	Beau..........	N. E.
11	757,82	+26,8		758,20	+28,9		758,11	+30,2		759,01	+25,5		+32,0	+20,8	Beau..........	E. N. E.
12	761,19	+28,3		761,00	+30,8		760,66	+31,4		761,12	+25,9		+34,2	+18,3	Beau..........	E.
13	761,46	+23,4		760,36	+27,5		759,24	+29,0		759,15	+23,5		+31,0	+16,9	Beau..........	N. E.
14	758,38	+22,9		758,24	+26,8		757,27	+28,0		756,70	+25,0		+30,0	+16,7	Vapeurs ⊙	N.
15	756,79	+23,2		756,33	+26,4		755,63	+25,2		757,71	+20,5		+27,8	+18,0	Très-nuageux ⊙........	N. N. O.
16	757,63	+21,0		756,83	+23,8		756,11	+24,2		757,63	+18,4		+25,9	+15,4	Très-nuageux ⊙........	O.
17	757,87	+21,4		757,43	+22,2		756,88	+23,1		758,53	+17,7		+25,7	+13,3	Très-nuageux ⊙........	O. N. O.
18	757,75	+20,0		757,03	+23,3		755,57	+23,4		755,23	+19,0		+24,9	+13,4	Très-nuageux ⊙........	O.
19	752,72	+18,8		753,02	+22,2		752,32	+21,2		752,00	+17,6		+24,0	+13,3	Couvert..........	O. S. O.
20	752,80	+21,4		751,92	+21,5		751,22	+19,3		750,86	+16,8		+23,0	+13,8	Couvert..........	O. S. O.
21	749,28	+19,8		749,25	+19,4		749,72	+22,6		751,80	+17,9		+22,8	+15,3	Pluie..........	O. S. O.
22	753,76	+21,0		752,15	+24,0		752,21	+15,9		752,94	+15,7		+24,5	+13,5	Couvert, quelq. éclaircies.	S. O.
23	755,58	+18,0		755,62	+19,6		755,35	+20,7		755,74	+16,8		+22,0	+13,0	Très-nuageux ⊙........	S. O.
24	755,26	+20,8		754,35	+23,4		753,49	+23,6		753,85	+19,4		+25,2	+14,2	Très-nuageux ⊙........	S. O. fort.
25	756,13	+20,9		755,39	+23,0		753,89	+23,8		753,55	+19,4		+25,0	+15,2	Très-nuageux. ⊙	S. O.
26	752,84	+20,9		753,14	+21,8		754,84	+16,2		759,69	+14,2		+22,0	+16,8	Couvert..........	S. O.
27	762,84	+16,8		763,03	+19,8		763,43	+20,9		764,54	+14,7		+21,9	+10,3	Très-nuageux ⊙........	N. O.
28	764,72	+19,5		764,02	+21,0		762,85	+22,9		762,11	+18,5		+25,2	+10,0	Beau..........	N. N. O.
29	759,87	+25,5		758,93	+26,7		757,79	+28,2		756,41	+23,2		+30,9	+13,0	Beau..........	N. N. O.
30	754,14	+26,4		752,26	+32,2		750,65	+32,4		748,48	+23,4		+36,0	+16,2	Vapeurs ⊙..........	S. S. E.
1	759,17	+21,3		758,63	+23,3		757,90	+24,5		758,04	+20,6		+26,1	+13,1	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	757,54	+22,7		757,04	+25,3		756,30	+25,5		756,79	+21,0		+27,8	+16,0	... Moy. du 11 au 20	Cour. 4,080
3	756,44	+21,0		755,81	+23,1		755,42	+22,7		755,91	+18,3		+25,5	+13,7	... Moy. du 21 au 30	Terr.. 3,874
	757,72	+21,7		757,16	+23,9		756,54	+24,2		756,91	+20,0		+26,5	+14,3	.... Moyennes du mois....	+20,40

Nota. Une erreur s'est glissée dans le Tableau météorologique du mois de Mai : dans la colonne de 3h, pour la moyenne des dix premiers jours, *au lieu de* 748,80, *lisez* 752,90, et pour la moyenne totale de cette colonne, *au lieu de* 753,31, *lisez* 754,68.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUILLET 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT annonce la perte douloureuse que vient de faire l'Académie dans la personne d'un de ses membres, M. PELLETIER, décédé le 19 de ce mois.

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordres quelconques, et sur leur réduction à des systèmes d'équations linéaires du premier ordre; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Considérons d'abord une seule équation aux dérivées partielles entre l'inconnue ϖ et plusieurs variables indépendantes

$$x, y, z, \ldots, t,$$

dont la dernière pourra représenter le temps. Si cette équation est du pre-

mier ordre, elle sera de la forme

$$(1) \qquad F(x, y, \ldots, t, \varpi, D_x\varpi, D_y\varpi, \ldots, D_t\varpi) = 0,$$

et pourra être généralement résolue par rapport à la dérivée $D_t\varpi$. Si la même équation se réduisait simplement à

$$(2) \qquad D_t\varpi = 0,$$

on la vérifierait en prenant

$$(3) \qquad \varpi = \omega,$$

ω désignant une fonction des seules variables $x, y, \ldots,$ qui pourrait d'ailleurs être choisie arbitrairement. Si l'équation (1) ne se réduit pas à la formule (2), son intégrale ne pourra plus être représentée par la formule (3). Mais alors on pourra se proposer d'intégrer l'équation (1), de manière que la condition (3) soit vérifiée pour une valeur particulière de t, par exemple, pour $t = \tau$. D'ailleurs, pour intégrer l'équation (1), jointe à la condition (3), il suffira d'intégrer un système d'équations qui seront linéaires au moins par rapport aux dérivées des inconnues, de manière à vérifier plusieurs conditions de la même espèce. C'est en effet ce que l'on peut démontrer comme il suit.

» Représentons par une seule lettre chacune des dérivées que renferme l'équation (1), et posons en conséquence

$$(4) \qquad p = D_x\varpi, \quad q = D_y\varpi, \ldots, \quad s = D_t\varpi.$$

L'équation (1), réduite à

$$(5) \qquad F(x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, \ldots, s) = 0,$$

renfermera, outre les variables indépendantes $x, y, \ldots, t,$ les quantités variables

$$\varpi, p, q, \ldots, s,$$

qui pourront être censées représenter des inconnues, dont l'une s sera liée aux autres

$$\varpi, p, q, \ldots,$$

par cette même équation. D'ailleurs, si l'on différentie par rapport à t ces dernières inconnues, les dérivées que l'on obtiendra, savoir,

$$\mathrm{D}_t\varpi,\ \mathrm{D}_t p,\ \mathrm{D}_t q, \ldots,$$

pourront être exprimées par la fonction s et par ses dérivées relatives à x, y, z,... Car on aura évidemment

$$(6) \qquad \mathrm{D}_t\varpi = s,\quad \mathrm{D}_t p = \mathrm{D}_x s,\quad \mathrm{D}_t q = \mathrm{D}_y s, \ldots$$

Or, si l'on élimine s des équations (6) à l'aide de la formule (5), on obtiendra immédiatement, entre les variables indépendantes x, y,..., t, et les inconnues

$$\varpi,\ p,\ q, \ldots,$$

un système d'équations qui seront linéaires au moins par rapport aux dérivées des inconnues. J'ajoute que, si l'on intègre ces équations linéaires de manière à vérifier, pour $t = \tau$, la condition (3) et par conséquent les suivantes

$$(7) \qquad \varpi = \omega,\quad p = \mathrm{D}_x\omega,\quad q = \mathrm{D}_y\omega, \ldots,$$

l'équation (1) se trouvera par cela même intégrée, attendu que les valeurs trouvées de

$$\varpi,\ p,\ q, \ldots$$

vérifieront non-seulement l'équation (1), mais encore les formules (4). Or, effectivement, la dernière des formules (4) coïncide avec la première des équations (6), et l'on tire de ces équations

$$\mathrm{D}_t p = \mathrm{D}_t\mathrm{D}_x\varpi,\quad \mathrm{D}_t q = \mathrm{D}_t\mathrm{D}_y\varpi, \ldots;$$

puis, en intégrant par rapport à t, et ayant égard aux conditions (7) que l'on suppose vérifiées pour $t = \tau$, on trouve précisément

$$p = \mathrm{D}_x\varpi,\quad q = \mathrm{D}_y\varpi, \ldots$$

» Considérons maintenant une équation linéaire de l'ordre n entre les variables indépendantes x, y,..., t et l'inconnue ϖ. Dans le cas le plus général, cette équation renfermera toutes les dérivées partielles de ϖ d'un

ordre égal ou inférieur à n, et sera par conséquent de la forme

$$(8)\quad F(x, y, \ldots, t, \varpi, D_x\varpi, D_y\varpi, \ldots, D_t\varpi, D_x^2\varpi, D_xD_y\varpi, \ldots, D_t^n\varpi) = 0.$$

Si cette même équation résolue par rapport à t se réduisait à

$$(9)\qquad D_t^n\varpi = 0,$$

on la vérifierait en prenant

$$(10)\qquad \varpi = \omega + \omega' \frac{t-\tau}{1} + \omega'' \frac{(t-\tau)^2}{1.2} + \ldots + \omega^{(n-1)} \frac{(t-\tau)^{n-1}}{1.2\ldots(n-1)},$$

τ désignant une valeur particulière de t, et

$$\omega,\quad \omega',\quad \omega'',\ldots,\quad \omega^{n-1}$$

les valeurs correspondantes de

$$\varpi,\quad D_t\varpi,\quad D_t^2\varpi,\ldots,\ D_t^{n-1}\varpi.$$

Ajoutons que la valeur de ϖ, déterminée par la formule (10), a évidemment la double propriété de vérifier, quel que soit t, l'équation (9), et pour $t = \tau$, les conditions

$$(11)\qquad \varpi = \omega,\quad D_t\varpi = \omega',\quad D_t^2\varpi = \omega'',\ldots,\ D_t^{n-1}\varpi = \omega^{(n-1)}.$$

D'ailleurs, dans la formule (10),

$$\omega,\ \omega',\ \omega'',\ldots,\ \omega^{(n-1)}$$

peuvent être des fonctions données quelconques des seules variables

$$x,\ y,\ldots.$$

» Si l'équation (8) ne se réduit pas à la formule (9), on pourra se proposer encore de l'intégrer de manière à vérifier les conditions (11). D'ailleurs, pour y parvenir, il suffira d'intégrer un système d'équations linéaires, de manière à vérifier diverses conditions semblables aux conditions (11), et en opérant comme il suit.

» Posons

(12) $$s = D_t^n \varpi,$$

représentons encore par diverses lettres

$$p, q, \ldots$$

celles des dérivées de ϖ qui peuvent être renfermées généralement avec s dans l'équation (8), et prenons pour inconnues les quantités variables

$$\varpi, p, q, \ldots, s.$$

L'équation (8), réduite à la formule

(13) $$F(x, y, \ldots, t, \varpi, p, q, \ldots, s) = 0,$$

pourra être considérée comme propre à exprimer l'inconnue s en fonction des autres

$$\varpi, p, q, \ldots$$

et des variables indépendantes. D'ailleurs, les lettres

$$u, v$$

désignant deux quelconques des inconnues

$$\varpi, p, q, \ldots, s,$$

la valeur de $D_t u$ sera déterminée par une équation de la forme

(14) $$D_t u = v,$$

si u représente une dérivée de ϖ d'un ordre inférieur à n, et par une équation de l'une des formes

(15) $$D_t u = D_x v, \quad D_t u = D_y v, \text{ etc.},$$

si u représente une dérivée de ϖ de l'ordre n, mais distincte de s. Cela posé, il est facile de s'assurer que, pour intégrer l'équation (8) de manière à remplir les conditions (11), il suffira d'intégrer le système des équations

linéaires qui se présentent sous les formes (14) et (15), après en avoir éliminé s à l'aide de la formule (13), et en assujettissant les inconnues

$$\varpi,\ p,\ q,\ldots$$

à vérifier, pour $t=\tau$, les conditions qui se déduisent des formules (11). Ainsi, en particulier, l'équation proposée aux dérivées partielles est-elle une équation du second ordre entre l'inconnue ϖ et deux variables indépendantes x, t, ou, en d'autres termes, cette équation est-elle de la forme

$$(16)\qquad F(x, t, \varpi, D_x\varpi, D_t\varpi, D_x^2\varpi, D_xD_t\varpi, D_t^2\varpi)=0,$$

et s'agit-il d'intégrer cette équation de manière que, pour $t=\tau$, on ait

$$(17)\qquad \varpi=\omega,\quad D_t\varpi=\omega',$$

ω, ω' désignant deux fonctions de x? On posera

$$(18)\quad \left\{\begin{array}{c} p=D_x\varpi,\quad q=D_t\varpi,\\ u=D_x^2\varpi,\quad v=D_xD_t\varpi,\quad s=D_t^2\varpi,\end{array}\right.$$

ce qui réduira l'équation (16) à

$$(19)\qquad F(x, t, \varpi, p, q, u, v, s)=0;$$

puis, après avoir déduit des formules (18) les équations

$$(20)\quad \left\{\begin{array}{c} D_t\varpi=q,\\ D_tp=v,\quad D_tq=s,\\ D_tu=D_xv,\quad D_tv=D_xs,\end{array}\right.$$

et des formules (17) les conditions

$$(21)\quad \left\{\begin{array}{c} \varpi=\omega,\\ p=D_x\omega,\quad q=\omega',\\ u=D_x^2\omega,\quad v=D_x\omega',\end{array}\right.$$

on éliminera s des équations (20) à l'aide de la formule (19), et on inté-

grera ces équations de manière que les inconnues

$$\varpi,\ p,\ q,\ u,\ v,$$

vérifient, pour $t=\tau$, les conditions (21). Or, pour prouver que cette intégration entraîne celle de l'équation (16), il suffit de faire voir que les valeurs trouvées de

$$p,\ q,\ u,\ v$$

auront avec les valeurs trouvées de ϖ les relations indiquées par les formules (18). Effectivement, on tire, 1° des formules (20),

$$\mathrm{D}_t u = \mathrm{D}_t \mathrm{D}_x p, \quad \mathrm{D}_t v = \mathrm{D}_t \mathrm{D}_x q,$$

puis en intégrant par rapport à t, et ayant égard aux conditions (21),

(22) $$u = \mathrm{D}_x p, \quad v = \mathrm{D}_x q;$$

2° des formules (20) et (22),

$$\mathrm{D}_t p = \mathrm{D}_t \mathrm{D}_x \varpi,$$

puis, en intégrant par rapport à t, et ayant égard aux conditions (21),

(23) $$p = \mathrm{D}_x \varpi.$$

D'ailleurs les formules (20), (22), (23) entraînent immédiatement les formules (18). On peut remarquer en outre que parmi les conditions (21) se trouvent précisément comprises les conditions (17).

» Par des raisonnements semblables à ceux qui précèdent, on prouverait généralement que les équations linéaires de la forme (14) ou (15), quand on les joint aux conditions déduites des formules (11), entraînent toutes les relations établies entre l'inconnue ϖ et les autres inconnues

$$p,\ q,\ \ldots,\ s$$

par les formules même qui servent à définir ces dernières inconnues, quand on passe de l'équation (8) à la formule (13). Donc, comme nous l'avions annoncé, pour intégrer l'équation (8) de manière que l'inconnue ϖ vérifie pour $t=\tau$, les conditions (11), il suffira d'intégrer, sous les condi-

tions correspondantes à celles-ci, les équations linéaires comprises sous les formes (14) et (15).

» Concevons maintenant que plusieurs inconnues

$$\varpi, \varpi_1, \ldots,$$

soient liées aux variables indépendantes

$$x, y, z, \ldots, t,$$

la première par une équation de l'ordre n, la seconde par une équation de l'ordre n_1,..., et assujetties à vérifier chacune des conditions semblables aux conditions (11). Il est clair qu'en raisonnant toujours de la même manière on réduira l'intégration de ces diverses équations à l'intégration d'un système d'équations linéaires du premier ordre. Ajoutons que la même réduction pourra évidemment s'opérer encore de la même manière et à l'aide des mêmes formules, si les inconnues ϖ, ϖ_1, ... se trouvent, non plus séparées, mais au contraire mêlées les unes avec les autres dans les diverses équations données. Donc l'intégration d'un système quelconque d'équations aux dérivées partielles d'ordres quelconques peut être généralement réduite à l'intégration d'un système d'équations du premier ordre dont chacune soit linéaire au moins par rapport aux dérivées partielles des inconnues.

» Nous remarquerons, en finissant, que si les variables indépendantes se réduisent à une seule, le système des équations proposées se changera en un système d'équations différentielles. Donc encore, comme on le savait depuis longtemps, l'intégration d'un système d'équations différentielles d'ordres quelconques peut toujours être réduite à l'intégration d'un système d'équations différentielles du premier ordre. »

CALCUL DES LIMITES. — *Note sur divers théorèmes relatifs au calcul des limites; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Dans le calcul des limites, pour obtenir des limites supérieures aux modules d'une fonction et de ses dérivées, on commence par attribuer aux diverses variables des accroissements imaginaires et par chercher le plus grand module de la fonction correspondant à des modules donnés de ces accroissements. Toutefois les accroissements donnés, ou plutôt leurs modules, ne doivent pas être choisis arbitrairement; ils doivent remplir une

certaine condition, ils doivent être tels que la fonction, venant à varier avec ces accroissements, ne cesse pas d'être continue.

» En mathématiques, on nomme *virtuelles* des quantités assujetties à remplir certaines conditions qui tiennent à la nature même des problèmes que l'on veut résoudre. Ainsi, par exemple, s'agit-il d'obtenir les lois d'équilibre ou de mouvement de corps ou de points matériels assujettis à des liaisons données? On nomme *vitesses virtuelles* celles qui sont compatibles avec ces liaisons, ou, en d'autres termes, celles que les divers points peuvent acquérir dans des mouvements que comportent les données de la question. S'agit-il, au contraire, de développer des fonctions en séries? Alors, comme nous l'avons remarqué, la possibilité du développement, ou la convergence des séries, dépend de la continuité des fonctions. Cela posé, dans les théorèmes relatifs à la continuité des fonctions, et par suite dans le calcul des limites, des accroissements attribués aux variables que les fonctions renferment devront être naturellement appelés *accroissements virtuels*, s'ils sont tels que les fonctions ne cessent pas d'être continues. Nous adopterons désormais cette locution pour simplifier les énoncés des théorèmes. En conséquence, étant donnée une fonction

$$K = F(x, y, z, \ldots, t)$$

de plusieurs variables x, y, z, nous appellerons *accroissements virtuels* des accroissements réels ou imaginaires attribués à ces mêmes variables et tellement choisis que la fonction, altérée par ces accroissements, ne cesse pas d'être continue. Pareillement, nous appellerons *modules virtuels* les modules

$$\mathrm{x}, \mathrm{y}, \ldots, \mathrm{t}$$

d'accroissements imaginaires

$$\bar{x}, \bar{y}, \ldots, \bar{t},$$

attribués aux variables

$$x, y, \ldots, t,$$

et tellement choisis que, pour ces modules ou pour des modules plus petits,

$$\bar{K} = F(x + \bar{x}, \bar{y} + \bar{y}, \ldots, t + t)$$

reste fonction continue des arguments et des modules des accroissements imaginaires $\overline{x}$, $\overline{y}$,..., $\overline{t}$. Enfin, pour abréger, nous appellerons *module virtuel de la fonction* K le plus grand des modules de $\overline{\mathrm{K}}$ correspondants à des modules virtuels donnés des accroissements $\overline{x}$, $\overline{y}$,......, $\overline{t}$. Ces définitions étant admises, le théorème fondamental que nous avons établi dans la séance du 17 juin dernier peut s'énoncer de la manière suivante.

» 1[er] *Théorème*. Étant donnée une fonction de plusieurs variables, pour obtenir une limite supérieure au module d'une dérivée quelconque de cette fonction, il suffit de chercher les valeurs particulières qu'acquiert cette dérivée, dans le cas où la fonction devient réciproquement proportionnelle à toutes les variables, puis de remplacer, dans le résultat trouvé, chaque variable prise en signe contraire par le module virtuel d'un accroissement imaginaire attribué à cette variable, et la fonction elle-même par son module virtuel.

» *Corollaire* 1[er]. Si l'on supposait la valeur particulière de la fonction donnée réciproquement proportionnelle, non à chacune des variables, mais à la différence qui existe entre chaque variable et le module virtuel de son accroissement; alors, au lieu du premier théorème, on obtiendrait évidemment la proposition suivante.

» 2[e] *Théorème*. Étant donnée une fonction de plusieurs variables, pour obtenir une limite supérieure au module d'une dérivée quelconque de cette fonction, il suffit de chercher la valeur particulière qu'acquiert cette dérivée dans le cas où la fonction devient réciproquement proportionnelle à la différence qui existe entre chaque variable et un module virtuel d'un accroissement imaginaire attribué à cette variable; puis de remplacer dans le résultat trouvé la fonction par son module virtuel, en réduisant chaque variable à zéro.

» Le 1[er] théorème entraîne encore évidemment la proposition suivante.

» 3[e] *Théorème*. Étant donné un polynome dont chaque terme est le produit des dérivées, de divers ordres, d'une ou de plusieurs fonctions de certaines variables; pour obtenir une limite supérieure au module de ce polynome, il suffit de chercher la valeur particulière qu'il acquiert, dans le cas où chaque fonction devient réciproquement proportionnelle à toutes les variables

dont elle dépend, puis de remplacer, dans le résultat trouvé, chaque variable par le module virtuel d'un accroissement imaginaire attribué à cette variable, et chaque fonction par son module virtuel.

» *Corollaire.* Si le polynome donné était réel et renfermé sous le signe $\int$ dans une intégrale définie, réelle et multiple, dont chaque élément infiniment petit serait affecté du même signe que le polynome lui-même, et si, d'ailleurs, le polynome ne contenait pas de dérivées partielles, prises par rapport aux variables auxquelles les intégrations seraient relatives, alors, pour obtenir un limite supérieure au module de l'intégrale multiple, il suffirait évidemment de calculer, à l'aide du théorème précédent, une limite supérieure au module du polynome, considéré comme une fonction des autres variables, en attribuant aux modules virtuels des fonctions dont les dérivées entreraient dans chaque terme les plus grandes valeurs que ces modules pourraient acquérir entre les limites des intégrations; puis de multiplier la limite supérieure au module du polynome par la quantité positive à laquelle se réduirait l'intégrale, si le polynome se réduisait à l'unité. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur les intégrales des systèmes d'équations différentielles et aux dérivées partielles, et sur le développement de ces intégrales en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes d'un paramètre que renferment les équations proposées; par* M. **Augustin Cauchy.**

ANALYSE.

« Considérons d'abord une seule équation différentielle du premier ordre entre les deux variables x et t, dont la dernière, regardée comme indépendante, peut être censée représenter le temps; et supposons que cette équation renferme avec x, t et $D_t x$, un certain paramètre α. Si on la résout par rapport à x, elle prendra la forme

(1) $$D_t x = X.$$

Si d'ailleurs on nomme ξ la valeur particulière de x correspondante à $t = \tau$, ou, ce qui revient au même, si l'on assujettit l'inconnue x à vérifier, pour $t = \tau$, la condition

(2) $$x = \xi,$$

la valeur générale de cette inconnue sera complétement déterminée, et l'on pourra essayer de la développer, non-seulement en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de la différence $t-\tau$, mais aussi en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes du paramètre α, sauf à démontrer ensuite, à l'aide du calcul des limites, que la série obtenue est convergente, du moins sous certaines conditions, et représente alors l'intégrale cherchée de l'équation (1). Or, le développement de l'inconnue x en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de α se déduira aisément du théorème de Maclaurin, si le second membre X de l'équation (1) s'évanouit avec le paramètre α. Alors, en effet, on tirera de l'équation (1), en posant $\alpha = 0$,

$$D_t x = 0, \quad x = \xi,$$

et par suite le théorème de Maclaurin donnera

$$x = \xi + I_1 \alpha + I_2 \alpha^2 + \ldots, \tag{3}$$

la valeur de I_n étant déterminée par la formule

$$I_n = \frac{D_\alpha^n x}{1.2\ldots n}, \tag{4}$$

dans laquelle on devra poser, après les différentiations, $\alpha = 0$ et $x = \xi$. D'ailleurs, X étant une fonction donnée de

$$x, \; t, \; \alpha,$$

on tirera successivement de l'équation (1)

$$\begin{aligned}
D_t D_\alpha x &= D_\alpha X + D_x X D_\alpha x, \\
D_t D_\alpha^2 x &= D_\alpha^2 X + 2 D_\alpha D_x X D_\alpha x + D_x^2 X (D_\alpha x)^2 + D_x X D_\alpha^2 x, \\
D_t D_\alpha^3 x &= D_\alpha^3 X + 3 D_\alpha^2 D_x X D_\alpha x + 3 D_\alpha D_x^2 X (D_\alpha x)^2 + D_x^3 X (D_\alpha x) \\
&\quad + 3 D_\alpha D_x X D_\alpha^2 x + 3 D_x^2 X D_\alpha x D_\alpha^2 x + D_x X D_\alpha^3 x,
\end{aligned}$$

etc.;

puis, en posant $\alpha = 0$, et par suite

$$X = 0, \quad D_x X = 0, \quad D_x^2 X = 0, \quad D_x^3 X = 0, \text{ etc.},$$

on en conclura

$$(5)\quad \begin{cases} D_t D_\alpha x = D_\alpha X, \\ D_t D_\alpha^2 x = D_\alpha^2 X + 2 D_\alpha D_x X D_\alpha x, \\ D_t D_\alpha^3 x = D_\alpha^3 X + 3 D_\alpha^2 D_x X D_\alpha x + 3 D_\alpha D_x^2 X (D_\alpha x)^2 \\ \qquad\qquad + 3 D_\alpha D_x X D_\alpha^2 x, \\ \text{etc.} \end{cases}$$

Or, par des intégrations successives et relatives à t, on déduira aisément des formules (5) les valeurs de

$$D_\alpha x, \quad D_\alpha^2 x, \quad D_\alpha^3 x, \ldots,$$

par conséquent la valeur de $D_\alpha^n x$, puis, en posant $\alpha = 0$, $x = \xi$, et ayant égard à l'équation (4), la valeur générale de I_n. Ajoutons que, pour satisfaire à la condition (2), il suffira d'assujettir les valeurs de

$$D_\alpha x, \quad D_\alpha^2 x, \quad D_\alpha^3 x, \ldots,$$

fournies par l'intégration des équations (5), à s'évanouir pour $t = \tau$. En opérant ainsi, on trouvera successivement

$$(6)\quad \begin{cases} D_\alpha x = \int_\tau^t D_\alpha X\,dt, \\ D_\alpha^2 x = \int_\tau^t D_\alpha^2 X\,dt + 2\int_\tau^t D_\alpha D_x X D_\alpha x\,dt, \\ D_\alpha^3 x = \int_\tau^t D_\alpha^3 X\,dt + 3\int_\tau^t D_\alpha^2 D_x X D_\alpha x\,dt \\ \qquad\qquad + 3\int_\tau^t [D_\alpha D_x^2 X (D_\alpha x)^2 + D_\alpha D_x X D_\alpha^2 x]\,dt, \\ \text{etc.}; \end{cases}$$

puis, en nommant

$$X', \; X'', \; X''', \ldots$$

ce que devient la fonction X quand on y remplace la variable t par de nouvelles variables t', t'', t''', ..., on tirera des équations (6)

$$(7)\left\{\begin{aligned}
&D_\alpha x = \int_\tau^t D_\alpha X'\,dt',\\
&D_\alpha^2 x = \int_\tau^t D_\alpha^2 X'\,dt' + 2\int_\tau^t\int_\tau^{t'} D_\alpha D_x X' D_\alpha X''\,dt''\,dt',\\
&D_\alpha^3 x = \int_\tau^t D_\alpha^3 X'\,dt' + 3\int_\tau^t\int_\tau^{t'} (D_\alpha^2 D_x X' D_\alpha X'' + D_\alpha D_x X' D_\alpha^2 X'')\,dt''\,dt'\\
&\qquad + 3\int_\tau^t\int_\tau^{t'}\int_\tau^{t'} D_\alpha D_x^2 X' D_\alpha X'' D_\alpha X'''\,dt'''\,dt''\,dt'\\
&\qquad + 6\int_\tau^t\int_\tau^{t'}\int_\tau^{t''} D_\alpha D_x X' D_\alpha D_x X'' D_\alpha X'''\,dt'''\,dt''\,dt',\\
&\qquad \text{etc.} \ldots\ldots
\end{aligned}\right.$$

» Si l'on considère spécialement le cas où la fonction X ne renferme pas explicitement la variable t, on aura

$$X = X' = X'' = X''' = \ldots;$$

et alors les formules (7) donneront simplement

$$(8)\left\{\begin{aligned}
&D_\alpha x = (t-\tau) D_\alpha X,\\
&D_\alpha^2 x = (t-\tau) D_\alpha^2 X + (t-\tau)^2 D_\alpha D_x X D_\alpha X,\\
&D_\alpha^3 x = (t-\tau) D_\alpha^3 X + \tfrac{3}{2}(t-\tau)^2 (D_\alpha^2 D_x X D_\alpha X + D_\alpha D_x X D_\alpha^2 X)\\
&\qquad + (t-\tau)^3 [D_\alpha D_x^2 X (D_\alpha X)^2 + (D_\alpha D_x X)^2 D_\alpha X],\\
&\qquad \text{etc.} \ldots\ldots
\end{aligned}\right.$$

» Si, après avoir posé $x = \xi$ et $\alpha = 0$ dans les seconds membres des équations (7) ou (8), on combine ces équations avec la formule (4), on obtiendra les valeurs de

$$I_1,\ I_2,\ I_3,\ldots;$$

puis on tirera de la formule (3) la valeur de x, en supposant toutefois les modules du paramètre α et de la différence $t-\tau$ assez petits pour que la série

$$(9)\qquad I_1\alpha,\ I_2\alpha^2,\ I_3\alpha^3,\ldots$$

reste convergente, et pour que X ne cesse pas d'être fonction continue de α, x et t. Or ces conditions seront remplies si l'on peut développer, suivant les puissances ascendantes de α, une certaine valeur particulière

de la différence $x - \xi$, ou plutôt une certaine fonction $\mho$ qui se déduit immédiatement de cette différence. Supposons, pour fixer les idées, que le paramètre α soit positif; nommons ι le module de $t - \tau$; enfin nommons x, a, les modules virtuels d'accroissements imaginaires

$$\overline{x}, \ \overline{\alpha},$$

attribuées dans la fonction X aux deux quantités

$$x, \ \alpha;$$

et soit $\mathcal{X}$ le module virtuel correspondant de X, ou du moins le plus grand des modules virtuels que X puisse acquérir quand le temps varie entre les deux limites τ et t. Si la fonction X ne contient pas explicitement la variable t, alors, en vertu des théorèmes énoncés dans la Note précédente, pour obtenir la fonction $\mho$, il suffira d'intégrer l'équation différentielle

$$(10) \qquad D_t x = a\,(\alpha - \mathrm{a})^{-1} x^{-1} + a\,\mathrm{a}^{-1}\,\mathrm{x}^{-1},$$

dans laquelle a désigne une quantité constante, puis de remplacer dans la valeur de $x - \xi$, que fournira cette intégration, ξ par $-\mathrm{x}$, $t - \tau$ par ι, et a par le produit

$$\mathrm{a}\,\mathrm{x}\,\mathcal{X}.$$

En opérant ainsi, on trouvera d'abord

$$x - \xi = \xi\left[\left(1 - 2\,\frac{a\alpha}{\mathrm{a}\xi^2}\,\frac{t - \tau}{\mathrm{a} - \alpha}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right],$$

puis

$$(11) \qquad \mho = \mathrm{x}\left\{1 - \left[1 - 2\,\frac{\mathcal{X}}{\mathrm{x}}\,\frac{\alpha\iota}{\mathrm{a}}\left(1 - \frac{\alpha}{\mathrm{a}}\right)^{-1}\right]^{\frac{1}{2}}\right\}.$$

Ajoutons que la formule (11) peut être étendue au cas même où X renferme t, avec cette seule différence que $\mathcal{X}$, dans ce dernier cas, représentera non plus le module virtuel de la fonction X, mais le plus grand des modules virtuels de cette fonction correspondants à une valeur du temps comprise entre les limites τ et t. Dans l'un et l'autre cas, la valeur de $\mho$, déterminée par la formule (9), sera développable en une série convergente ordonnée

suivant les puissances ascendantes de α, si l'on a

$$(12) \qquad \alpha < a, \qquad \iota\frac{\alpha}{a}\left(1-\frac{\alpha}{a}\right)^{-1} < \frac{1}{2}\frac{X}{\mathfrak{X}};$$

et, sous ces conditions, l'intégrale de l'équation (1) sera développable, par la formule (3), en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de α. Observons d'ailleurs que le reste de cette dernière série, arrêtée après un certain nombre de termes, offrira toujours un module inférieur au reste correspondant de la série qui représentera le développement de 8 suivant les puissances ascendantes de ι.

» Si, dans l'équation (1), la fonction X était simplement proportionnelle au paramètre α, en sorte que cette équation fût de la forme

$$(13) \qquad D_t \bar{x} = \alpha f(x, t),$$

alors, en nommant $\mathfrak{X}$ le plus grand des modules virtuels de $f(x, t)$ correspondants à une valeur du temps comprise entre τ et t, c'est-à-dire en posant

$$\mathfrak{X} = \Lambda[f(x+\bar{x}, \theta)],$$

et en attribuant à θ une valeur comprise entre les limites τ, t, mais choisie de manière à rendre le module $\mathfrak{X}$ le plus grand possible, on obtiendrait, pour déterminer la fonction 8, non plus la formule (11), mais la suivante

$$(14) \qquad \text{8} = X\left[1-\left(1-2\frac{\mathfrak{X}}{X}\alpha\iota\right)^{\frac{1}{2}}\right].$$

Par suite, la première des conditions (12) disparaîtrait, et la seconde se trouverait remplacée par celle-ci

$$(15) \qquad \alpha\iota < \frac{1}{2}\frac{X}{\mathfrak{X}}.$$

» Les raisonnements dont nous avons fait usage, et les formules que nous en avons déduites peuvent être évidemment étendus au cas où il s'agirait d'intégrer non plus une seule équation différentielle du premier ordre, mais un système d'équations différentielles ou aux dérivées partielles d'ordres quelconques, et de développer les intégrales suivant les puissances ascendantes d'un paramètre α compris dans ces mêmes équations. C'est, au reste, ce que nous expliquerons plus en détail dans un nouvel article, ainsi que dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique.* »

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son *Examen de la Phrénologie*. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

RAPPORTS.

BOTANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Payer** *intitulé* : Études morphologiques sur les inflorescences dites anomales *et un Mémoire de* M. **Ch. Naudin** *intitulé* : Études sur la végétation des Solanées, la disposition de leurs feuilles et leurs inflorescences.

(Commissaires, MM. A. Richard, Auguste de Saint-Hilaire rapporteur.)

« Tout le monde sait que les rameaux se trouvent à l'aisselle des feuilles, et les pédoncules à celle des bractées. Quelques plantes cependant offrent des exceptions à cette règle, et, chez elles, il arrive que la tige est inférieure à la feuille et que celle-ci semble tirer son origine du rameau; ou bien encore que le sommet avorté de la tige, faux pédoncule, se montre supérieur à la feuille. « Dans le premier cas, a dit l'un de nous (M. Auguste de Saint-Hilaire, *Morphologie végétale*, page 326), la feuille se soude par sa base avec le rameau; dans le second, c'est l'extrémité de la tige ou le faux pédoncule qui se soude. » Cette explication, formulée d'une manière aussi succincte, laissait aux observateurs tout le mérite de l'application. Deux jeunes botanistes l'ont faite, chacun de leur côté, à des plantes différentes. M. Payer, dans son travail intitulé *Études morphologiques sur les inflorescences dites anomales*, a tâché de donner la clef de celles des Crassulacées, des Borraginées et des Cistées. Le Mémoire de M. Naudin, qui a pour titre : *Études sur la végétation des Solanées, la disposition de leurs feuilles et leurs inflorescences*, explique les singularités qu'offre cette immense famille dans la disposition des feuilles, des rameaux et des fleurs.

» Pour donner à l'Académie une idée du travail de ces deux botanistes, nous ne croyons pouvoir mieux faire que de lui communiquer textuellement le résumé que chacun d'eux a joint à son Mémoire.

» Voici comment s'exprime M. Charles Naudin :

« 1°. Chez la plupart des Solanées, l'axe primaire disparaît avant que ces plantes aient pris tout leur accroissement, et cette disparition s'effectue à des époques variables pour les diverses espèces.

» 2°. Lorsque l'extinction de la tige proprement dite ne met pas un terme

définitif à la végétation, celle-ci se continue par un ou plusieurs rameaux qui ne tardent pas eux-mêmes à s'évanouir pour faire place à d'autres, ce qui constitue une série indéterminée d'usurpations.

» 3°. Lorsqu'un axe d'un ordre quelconque est arrivé au plus haut degré d'affaiblissement, il se termine par une inflorescence, dernier soupir de la végétation.

» 4°. Très-souvent, et probablement toujours, dans les genres *Solanum, Lycopersicum, Physalis, Atropa, Nicandra, Hyosciamus,* il s'opère des soudures entre les axes des divers degrés et les feuilles les plus voisines, ce qui contribue surtout à déguiser la véritable marche de la végétation de ces plantes.

» 5°. Les rameaux usurpateurs sont généralement au nombre de deux pour un axe qui disparaît; ils sont opposés par rapprochement aussi bien que les feuilles au-dessus desquelles ils naissent, et, en se soudant à ces dernières, ils les éloignent plus ou moins du point réel où elles émanent de l'axe.

» 6°. Du développement égal ou inégal des deux rameaux, il résulte soit des dichotomies parfaites, soit des dichotomies inégales. Si l'un des rameaux avorte dans toute la série des usurpations, cet avortement se fait alternativement à droite et à gauche; dans ce cas, les feuilles deviennent géminées et les branches se trouvent formées d'autant d'axes différents qu'elles renferment de mérithalles distincts.

» 7°. Quand les feuilles ne se rapprochent pas pour former une fausse opposition, et que néanmoins les axes se supplantent successivement, ils prennent une disposition analogue à celle de l'inflorescence scorpioïde.

» 8°. Enfin la disposition des fleurs dans les corymbes de la plupart des Solanées est tantôt dichotomique et tantôt scorpioïde, et souvent elle réunit à la fois ces deux caractères. »

» Nous passons à présent au résumé de M. Payer.

« 1°. Toutes les anomalies que l'on rencontre dans les inflorescences ne sont point réelles, et résultent soit de la soudure d'une bractée avec le rameau né à son aisselle, soit de la soudure de ce dernier avec la tige qui le supporte, soit enfin de ces deux espèces de soudures.

» 2°. La bractée peut se souder avec le rameau né à son aisselle jusqu'au point où il donne lui-même naissance à une nouvelle bractée, ou sur une étendue beaucoup moindre.

» Dans le premier cas, si la nouvelle bractée devient libre au point même où elle naît, soit qu'elle ne se soude pas avec le rameau auquel elle a donné naissance, soit que le bourgeon qui doit se transformer en rameau ne se développe point, on a alors *sur le même plan deux bractées de génération*

différente : l'une plus jeune, opposée à l'inflorescence; l'autre plus âgée, latérale.

» Si, au contraire, la nouvelle bractée se soude avec le rameau né à son aisselle, il ne reste plus sur le plan où elle est née, et qu'elle abandonne, que la bractée latérale, et lorsque ce phénomène se répète plusieurs fois, comme dans la Vipérine, on a des grappes scorpioïdes dont toutes les usurpations, sauf la première, sont accompagnées d'une bractée latérale.

» Dans le deuxième cas, les rameaux usurpateurs de la grappe scorpioïde paraissent *ne point présenter de bractée à leur base, et cependant en porter à leur surface; exemple* : Sedum album.

» 3°. Lorsque cette soudure de la bractée avec le rameau né à son aisselle s'opère dans les plantes à feuilles opposées, l'anomalie apparente la plus importante à constater, c'est que les *bractées deviennent alternes, et quelquefois latérales par rapport aux branches dichotomes qui se montrent fort souvent.*

» 4°. Le rameau peut également se souder avec la tige qui le supporte jusqu'au point où il donne naissance à une bractée ou sur une étendue moindre.

» Dans le premier cas, la tige, ne devenant libre que sur le plan de la bractée, lui est latérale, et comme, dans la grappe scorpioïde, cette tige est une inflorescence, on a, lorsque le phénomène se répète plusieurs fois, *une grappe scorpioïde dont toutes les usurpations, sauf la dernière, présentent chacune une bractée latérale.*

» Dans le deuxième cas, qui est celui de l'*Helianthemum*, etc., on *a des grappes scorpioïdes sans bractées latérales,* ni opposées à l'inflorescence, bien qu'il s'en trouve sur le rameau usurpateur.

» 5°. La grappe scorpioïde à bractée latérale à l'inflorescence, par suite de la soudure du rameau usurpateur avec la tige qui le supporte, se distingue facilement de celle qui résulte de la soudure de ce rameau avec la bractée à l'aisselle de laquelle il est né.

» Celle-ci, en effet, présente toujours une première usurpation sans bractée latérale ni opposée, et ordinairement deux bractées l'une à côté de l'autre à son extrémité. Celle-là, au contraire, a toujours au moins une première bractée sans apparence de rameau à son aisselle, et toujours deux pédoncules à son extrémité.

» Lorsque cette soudure du rameau usurpateur avec la tige a lieu dans les plantes à feuilles opposées, comme dans l'*Asclepias Syriaca,* et qu'elle s'étend jusqu'au point où il donne naissance à ces deux premières feuilles,

la tige devenant libre sur le même plan que ces deux feuilles, et entre elles, a été considérée comme naissant de ce point intermédiaire; de là le nom d'inflorescence intrafoliacée.

» 7°. Ces deux espèces de soudure peuvent se rencontrer sur la même plante, isolées ou réunies; de là des modifications extrêmement variées.

» 8°. Dans l'*Anchusa Italica*, le rameau se soude toujours avec la tige, de manière à devenir libre à côté d'une feuille de cette tige; et comme lui-même, au point où il se détache de la tige, donne naissance à une feuille, il en résulte, à côté l'une de l'autre, *deux feuilles*, mais de génération différente.

» 9°. Dans le *Symphitum*, deux feuilles placées l'une à côté de l'autre se rencontrent également; mais leur origine n'est point la même. Chacune d'elles est née sur un rameau de la tige, et ce n'est que par la soudure de ces deux rameaux avec la tige que les deux feuilles qu'ils supportent se sont rapprochées. Elles sont donc ici de même génération. »

» Ici se termine le travail de M. Payer. Le résumé de son Mémoire et celui du Mémoire de M. Naudin montrent assez dans quel esprit les deux auteurs ont travaillé. Tous les deux ont fait preuve de connaissances et de sagacité, et nous croyons que l'Académie peut les encourager à continuer leurs recherches. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Etude comparative de la phthisie pulmonaire chez l'homme et chez les animaux; par* M. P. Rayer. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Blainville, Serres, Flourens, Breschet.)

« La méthode de comparaison appliquée à l'étude des animaux a rendu un éminent service à la science des êtres organisés, en fondant la grande notion de la série animale, notion substantielle, qui implique rapport, enchaînement et coordination.

» C'est la même méthode de comparaison qui a déjà fourni des matériaux si précieux à la physiologie, mais surtout qui peut lui donner les bases de son développement à venir; car elle analyse ce qui est complexe et ce que nul artifice ne pourrait décomposer, et, par son caractère même, tient continuellement rapprochées et subordonnées l'observation la plus rigoureuse et l'induction la plus hardie.

» La pathologie, en soi et indépendamment de toute application à l'art

de la médecine, la pathologie constitue aussi une méthode destinée à éclairer la physiologie; elle n'est, quand on se met au point de vue purement spéculatif, qu'une perpétuelle expérimentation à laquelle est soumis le corps vivant, complément indispensable sans lequel l'esprit ne se ferait pas une idée de la vraie nature des animaux.

» Ce que la comparaison des organismes est à l'anatomie, ce que la comparaison des fonctions dans le règne animal est à la physiologie, la comparaison des maladies d'espèce à espèce et de classe à classe l'est à la pathologie. Cette étude, à mesure qu'elle sera poursuivie, donnera des notions d'autant plus positives qu'elles seront plus générales. L'anatomie pathologique, la symptomatologie et le rapport de l'une avec l'autre, tout doit en être éclairé; et par là elle concourt nécessairement à ce but suprême de la physiologie, qui, en définitive, est de reconnaître les lois de la solidarité entre les organes et les fonctions.

» Depuis longtemps, sans doute, l'étude de la pathologie comparée a été recommandée. Un médecin célèbre, trop tôt ravi à la science, Baglivi, demandait qu'on étudiât les maladies des animaux, dans la vue d'éclairer et de perfectionner l'étude des maladies de l'homme. Cette pensée a trouvé de savants interprètes et d'ardents promoteurs dans cette académie : des voies importantes ont été ouvertes, des travaux précieux ont été publiés; toutefois rien n'a été fait dans nos écoles pour la propager. Le médecin s'est borné à étudier les maladies dans l'homme; le vétérinaire, dans les espèces domestiques : l'un et l'autre non-seulement ont laissé à l'écart les affections de beaucoup d'animaux, mais encore n'ont pas été en position de comparer, celui-ci les maladies de l'homme avec celles des animaux, celui-là les maladies des animaux avec celles de l'homme.

» Il y a déjà plusieurs années que j'ai entrepris de poursuivre avec constance cette comparaison, et de rétablir, autant que mes forces me le permettront, le cercle de la pathologie comparée, cercle interrompu en tant d'endroits.

» Les idées générales que je viens d'essayer de formuler, suggérées d'abord au fur et à mesure par mon travail, m'y servent maintenant de guide, et si j'ai tenu à les exposer bien brièvement, c'est que je désire qu'elles jettent quelque reflet sur le fragment de ces études relatif à la phthisie, et que je résume dans les propositions suivantes :

» 1°. La phthisie tuberculeuse est, de toutes les maladies chroniques, la plus généralement répandue chez l'homme et les animaux.

» 2°. Chez l'homme et les autres mammifères, la matière tuberculeuse

peut être facilement distinguée du pus récent, toujours chargé de globules grenus. Chez les oiseaux, les caractères de la matière tuberculeuse sont moins tranchés; des corps étrangers, introduits artificiellement dans les poumons et dans les chairs, ne donnant pas pour résultat une humeur blanche, opaque, à globules grenus, mais une matière sèche, jaunâtre, sans globules, dont les caractères physiques se rapprochent de ceux des tubercules des mammifères.

» Chez les reptiles, les poissons et les insectes, les caractères des tubercules sont encore moins distincts.

» 3°. Le pus, chez les mammifères, notamment chez le cheval, éprouve, après un long séjour dans les organes, des transformations successives, à la suite desquelles il prend quelquefois l'apparence de la matière tuberculeuse.

» 4°. Les tubercules pulmonaires chez l'homme et les quadrumanes ont généralement une teinte grise; dans la pommelière de la vache, la matière tuberculeuse a ordinairement une teinte jaune chamois.

» 5°. Chez l'homme et les animaux, le ramollissement *central* des tubercules ne peut être attribué à l'inflammation; jamais il n'offre de globules de pus. Le ramollissement *périphérique* des tubercules est, au contraire, le plus souvent favorisé par l'inflammation des tissus contigus; presque toujours il est mélangé de globules de pus.

» 6°. La matière jaune que l'on trouve dans les kystes hydatiques des ruminants (après l'affaissement ou la rupture spontanée des hydatides) a quelque analogie avec la matière de la pommelière; mais les kystes remplis de cette matière jaune contiennent presque toujours des débris de la poche hydatique, et quelquefois une certaine quantité de pus.

» 7°. Les concrétions *crétacées* ou *calcaires* (principalement composées de carbonate et de phosphate de chaux et d'une matière animale) qu'on observe dans les poumons chez l'homme et les animaux, ne doivent pas être considérées, ainsi qu'on l'a fait jusqu'à ce jour, comme étant presque toujours une dernière modification du tubercule; elles sont souvent chez l'homme, et très-souvent chez le cheval, le résidu d'un petit dépôt de pus.

» 8°. Chez plusieurs animaux il se forme dans les poumons des granulations *vermineuses* et des granulations *morveuses* qui, dans l'étude générale des granulations, doivent être distinguées des granulations *tuberculeuses*.

» 9°. Chez les quadrumanes et quelques oiseaux transportés des pays chauds dans nos climats, le développement de la phthisie se montre à son

maximum de fréquence et presque à l'exclusion des autres maladies chroniques; il est également favorisé par un changement de climat et d'alimentation chez d'autres animaux venant du nord, et particulièrement chez le renne.

10°. La phthisie, rare chez les solipèdes en domesticité, est plus rare encore chez les carnassiers. Toutefois, malgré l'influence préservatrice d'une forte constitution et d'un régime animal, plusieurs carnassiers, le chat domestique, et surtout le lion, le tigre, le jaguar, transportés dans nos climats, peuvent être atteints de phthisie pulmonaire.

» Cette même rareté de la phthisie a lieu, parmi les oiseaux, chez les rapaces.

11°. Par une sorte d'opposition, le chien domestique parmi les carnassiers, le cheval parmi les solipèdes, sont bien moins sujets aux tubercules qu'au cancer, maladie que Camper avait regardée comme étrangère aux animaux.

» 12°. Chez les ruminants, et spécialement dans l'espèce bovine, la phthisie est souvent associée aux vers vésiculaires, et en particulier à l'échinocoque; mais, contradictoirement à l'opinion plusieurs fois émise, il n'y a aucun rapport de transformation ou de succession entre ces hydatides et les tubercules.

» 13°. La dégénérescence graisseuse du foie témoigne ordinairement de la phthisie chez l'homme et de l'obésité générale chez les oiseaux.

» 14°. Les altérations des os qu'on observe chez les singes tuberculeux, et spécialement chez ceux du nouveau continent, paraissent analogues aux déformations, au gonflement et au ramollissement spongieux des os des enfants phthisiques et scrofuleux. On observe de semblables altérations des os chez les carnassiers des pays chauds, transportés dans nos climats.

» 15°. Si la fréquence de la pneumonie et la rareté de la phthisie chez le chien domestique semblent indiquer un défaut de rapport entre ces deux maladies; il n'en est pas ainsi chez le veau, chez la vache et l'ânesse laitières, chez lesquels le dépôt de la matière tuberculeuse coïncide presque toujours avec une pneumonie chronique et progressive.

» 16°. La phthisie est héréditaire, mais elle n'est presque jamais congénitale, même à l'état rudimentaire.

» 17°. Chez les phthisiques, le sperme contenu dans les vésicules séminales offre peu ou point d'animalcules spermatiques.

» 18°. Les ulcères du larynx, de la trachée et des bronches n'ont pas la même signification chez l'homme et tous les animaux : chez le premier, ils

indiquent presque toujours la phthisie pulmonaire et parfois la syphilis; chez les quadrumanes, une affection tuberculeuse générale; chez les solipèdes, presque toujours la morve.

» 19°. Dans le pneumo-thorax il peut se former des moisissures sur la plèvre altérée d'un phthisique, comme il s'en produit quelquefois dans les sacs aériens des oiseaux tuberculeux ou atteints de lésions des organes de la respiration : dans ce cas, comme dans tous ceux qui ont été observés chez les vertébrés, le développement de ces végétaux inférieurs est toujours un phénomène *secondaire.* »

CHIMIE.—*Observations sur le procédé analytique proposé par MM. Varrentrapp et Will, pour la détermination de l'azote dans les substances organiques, et sur quelques circonstances nouvelles de la formation de l'ammoniaque; par* M. **Reiset.**

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Regnault.)

« MM. Varrentrapp et Will ont proposé (1) une nouvelle méthode pour la détermination de l'azote dans les matières organiques : cette méthode ingénieuse, employée par eux avec succès pour l'analyse d'un grand nombre de substances azotées, consiste à brûler, avec un mélange d'hydrate de soude et de chaux, la matière à analyser; celle-ci perd, dans ce cas, la totalité de son azote à l'état d'ammoniaque. Ce gaz est recueilli dans l'acide chlorhydrique, puis transformé en chlorure de platine ammoniacal : du poids de ce sel ou du platine métallique obtenu par calcination, on déduit celui de l'azote.

» Transformer en ammoniaque tout l'azote de la substance azotée, et démontrer par des expériences directes que l'azote de l'air contenu dans le tube en expérience ne peut, dans aucun cas, fournir de l'ammoniaque : telles sont les deux conditions fondamentales à remplir pour mettre les résultats obtenus par cette méthode à l'abri de tout reproche.

» Les expériences de M. Berzélius (2), et plus tard celles de MM. Varrentrapp et Will, démontrent, en effet, que le nouveau procédé satisfait complétement à la première de ces conditions. Toutes les substances azotées, à l'exception de celles qui contiennent leur azote à l'état d'acide nitrique, transforment tout leur azote en ammoniaque, sous l'influence du mélange

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. XXXIX, p. 257.

(2) *Journal d'Erdmann,* t. XXIII, p. 231.

alcalin, à une température élevée. Les combinaisons du cyanogène lui-même fournissent de l'ammoniaque aussi facilement que le mélange de sel ammoniac et de chaux.

» Quant à la formation possible d'une certaine quantité d'ammoniaque aux dépens de l'azote atmosphérique du tube, MM. Varrentrap et Will ont fait l'expérience suivante pour écarter cette objection. Ils ont fait passer à la température rouge un mélange d'azote et d'hydrogène, tel qu'il provient de la décomposition de l'ammoniaque par le cuivre : 1° sur un mélange de crème de tartre calcinée et de chaux; 2° sur un mélange de noir de fumée récemment calciné et de soude calcaire; 3° enfin, sur le simple mélange de chaux et de soude, et jamais ils n'ont pu constater la plus petite quantité d'ammoniaque formée.

» Cette seule expérience exclut, d'après les auteurs, une cause d'erreur qui aurait fait doser l'azote trop haut dans leur procédé : s'il arrive qu'on en obtienne un excès, il faut, disent-ils, en chercher la cause dans l'impureté de la matière ou du bichlorure de platine.

» Ces conclusions ne me paraissent pas suffisamment motivées, car de ce qu'un mélange d'azote et d'hydrogène n'a pas produit d'ammoniaque dans les circonstances où MM. Varrentrapp et Will ont opéré, peut-on conclure qu'une substance non azotée ou très-riche en charbon, étant brûlée avec le mélange alcalin, ne donnera jamais d'ammoniaque au contact de l'atmosphère?

» C'était une question d'autant plus importante à examiner, que déjà M. Faraday avait annoncé (1) « que des substances non azotées, le sucre, » l'acétate de potasse, l'oxalate de chaux, le tartrate de plomb, etc., » calcinées avec la potasse, la soude, la baryte hydratée, lui ont toujours » donné des quantités très-sensibles d'ammoniaque. » Il est curieux de lire le Mémoire de cet habile chimiste, pour se convaincre de la pureté irréprochable des réactifs employés et préparés par lui avec des précautions minutieuses.

» Il restait à constater d'une manière précise si les faits observés par M. Faraday peuvent avoir quelque influence sur les résultats du procédé analytique de MM. Varrentrapp et Will.

» Les expériences suivantes ne peuvent, ce me semble, laisser aucun doute à cet égard.

---

(1) *Annales de Physique et Chimie*, t. XXVIII, p. 435.

» Le sucre employé par les auteurs du procédé pour éviter l'absorption trop rapide de l'ammoniaque par l'acide chlorhydrique, pendant la combustion des substances très-riches en azote; le sucre, brûlé dans l'appareil ordinaire avec le mélange alcalin, m'a toujours donné des quantités de chlorure de platine ammoniacal qui, comme on va le voir, ne peuvent être négligées.

» L'ammoniaque obtenue dans ces circonstances ne peut provenir que de l'azote contenu dans le tube, et non des réactifs employés.

» Le mélange dont je me suis servi a été préparé avec tous les soins convenables en calcinant au rouge, dans un creuset de terre, deux parties de chaux éteinte avec une solution aqueuse d'une partie de soude caustique récemment fondue. La masse, pulvérisée rapidement, a été légèrement chauffée pour lui enlever l'humidité qu'elle avait pu attirer, puis introduite encore chaude dans un flacon bouché à l'émeri.

» 70 grammes de ce mélange, parfaitement blanc, ont été calcinés pendant une heure dans un tube à combustion, à travers lequel on faisait arriver un courant d'air lavé dans l'acide sulfurique. L'air sortant du tube traversait l'appareil à boules contenant l'acide chlorhydrique; cette liqueur acide, préalablement traitée par le bichlorure de platine, a été évaporée au bain-marie jusqu'à siccité; la masse refroidie était entièrement soluble dans le mélange alcoolique éthéré, et le filtre sur lequel on avait jeté la dissolution alcoolique du bichlorure n'a laissé par la calcination que $0^{gr},00175$ de cendres et platine.

» Dans un second essai fait de la même manière sur 57 grammes du mélange alcalin, le filtre, qui devait contenir le chlorure de platine ammoniacal, n'a laissé, par la calcination, que $0^{gr},00150$ de cendres et platine.

» Ces deux épreuves montrent assez que ni le mélange, ni même le bichlorure de platine employés, ne peuvent fournir d'ammoniaque dans les circonstances ordinaires de l'expérience. Cependant je ne crois pas inutile, pour lever tous les doutes, de rapporter ici l'essai que j'ai fait de la liqueur platinique.

» Avant d'être attaquée par l'eau régale, la mousse de platine avait été lavée avec l'eau distillée bouillante, jusqu'à ce que la liqueur de lavage ne donnât plus de trouble par le nitrate d'argent; car, suivant l'intéressante observation de MM. Varrentrapp et Will, la mousse de platine contient toujours une petite quantité de chlorhydrate d'ammoniaque que la calcination ne peut lui enlever. J'ai ajouté au bichlorure de platine, ainsi ob-

tenu, une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque contenant $0^{gr},18975$ de ce sel parfaitement pur et desséché dans le vide. La liqueur, évaporée à sec et traitée par le mélange alcoolique éthéré pour enlever l'excès de bichlorure, a laissé sur le filtre un résidu cristallin de $0^{gr},792$ chlorure de platine ammoniacal desséché à 110°. Cette quantité de chlorure double correspond à $0^{gr},0502$ d'azote; les $0^{gr},18975$ de chlorhydrate d'ammoniaque employés en contiennent $0^{gr},0501$. Ce chlorure double, calciné avec soin dans un creuset, a donné un résidu de platine métallique pesant $0^{gr},35025$; on devait en obtenir $0^{gr},35026$.

» Après avoir démontré préalablement que ni le mélange alcalin, ni le bichlorure de platine employés dans mes expériences ne peuvent apporter d'azote, j'arrive aux combustions du sucre.

» 1°. Un gramme de sucre parfaitement blanc a été brûlé dans un tube ordinaire (1) avec le mélange alcalin. Cette expérience a été faite dans les mêmes circonstances et avec tous les soins indiqués pour l'analyse d'une substance azotée : même appareil, même traitement par le bichlorure de platine, même lavage par le mélange éthéré; seulement, au lieu de casser la pointe du tube dès que le dégagement des gaz a cessé, on a retiré l'appareil à boules pour éviter l'accès de l'air extérieur. Il restait sur le filtre de petits cristaux insolubles, jaunâtres, très-brillants, de chlorure de platine ammoniacal; ce chlorure a laissé, après calcination, un résidu de platine métallique pesant $0^{gr},0890$, et correspondant a $0^{gr},0127$ azote.

» 2°. 2 grammes du même sucre ont donné dans les mêmes circonstances, $0^{gr},10725$ de platine métallique, correspondant à $0^{gr},0153$ azote;

» 3°. $1^{gr},500$ sucre candi, en cristaux magnifiques, ont donné 0,104 platine métallique correspondant à $0^{gr},0149$ azote;

» 4°. $0^{gr},500$ sucre candi ont donné $0^{gr},0525$ platine métallique, correspondant à $0^{gr},0075$ azote;

» 5°. $0^{gr},250$ sucre candi ont donné $0^{gr},0265$ platine métallique, corres-

---

(1) Les tubes employés dans les expériences suivantes avaient les dimensions habituelles; leur longueur a varié de $0^{m},50$ à $0^{m},55$, leur diamètre de 0,010 à 0,015, et leur capacité de $0^{m},55$ à $0^{m},70$ cubes. Le poids du mélange alcalin a varié aussi de 55 à 70 grammes.

pondant à $0^{gr},0038$ azote.

Sucre employé.		Azote obtenu.
0,250	ont donné	0,0038
0,500	....	0,0075
1,000	....	0,0127
1,500	....	0,0149
2,000	....	0,0153

» On voit dans ce tableau qu'en employant successivement $0^{gr},250$, $0^{gr},500$, $1^{gr},000$ de sucre, la quantité d'azote obtenue est sensiblement proportionnelle au poids de la matière mise en expérience : mais, au-dessus de 1 gramme, la proportion d'azote n'augmente pas avec le poids de la matière.

» J'ai fait aussi une combustion de stéarine, et j'ai obtenu de l'ammoniaque.

» $1^{gr},000$ stéarine ont donné $0^{gr},06475$ platine métallique correspondant à $0^{gr},0092$ azote.

» Si l'ammoniaque formée pendant la combustion du sucre provient de l'azote contenu dans le tube en expérience, je devais, en opérant dans une atmosphère d'hydrogène, obtenir peu ou point d'azote.

» J'ai donc fait passer pendant trois quarts d'heure avant la combustion, dans le tube contenant le mélange de 1 gramme de sucre avec la soude calcaire, un courant rapide d'hydrogène se lavant d'abord dans l'acide sulfurique, puis dans une solution concentrée de bichlorure de mercure ; l'acide sulfurique versé sur le zinc avait été bouilli avec le sulfate de fer pour le purger du bioxyde d'azote qu'il contient. L'expérience terminée, il resta sur le filtre une petite quantité de chlorure de platine ammoniacal en cristaux, laissant après calcination $0^{gr},03375$ platine métallique correspondant à $0^{gr},0048$ azote.

» Dans la conviction que le dégagement d'hydrogène n'avait pas duré assez longtemps pour purger exactement l'appareil de l'azote atmosphérique, j'entrepris une seconde combustion devenue nécessaire : elle fut faite avec 1 gramme de sucre dans un appareil semblable au premier : mais le courant d'hydrogène fut entretenu pendant six heures avant de chauffer. A mon grand étonnement, j'obtins encore du chlorure de platine ammoniacal et $0^{gr},0340$ de platine métallique qui correspond à $0^{gr},0048$ azote, exactement la même quantité que dans l'expérience précédente.

» De ce que le sucre nous donne de l'ammoniaque en le brûlant dans

une atmosphère d'hydrogène, doit-on conclure que l'azote n'est pas fourni par l'air du tube? Non évidemment, puisque, dans un cas, nous obtenons $0^{gr},0127$ d'azote pour 1 gramme de sucre, et dans l'autre seulement $0^{gr},0048$ pour la même quantité de matière brûlée dans l'air raréfié. Ces expériences prouvent seulement qu'un courant d'hydrogène très-longtemps prolongé ne peut enlever à l'appareil qu'une certaine quantité d'air. Il est même intéressant de voir, dans deux expériences différentes, quatre centimètres cubes environ d'azote se condenser d'une manière intime et constante dans les pores du mélange alcalin, et résister ainsi à l'action d'un courant très-vif d'hydrogène continué pendant six heures. Cette condensation de l'azote dans les pores de la matière doit, ce me semble, le rapprocher de l'état naissant et le rendre plus apte aux combinaisons.

» Il était facile de prévoir que, puisque certaines substances non azotées donnent si facilement de l'ammoniaque pendant leur combustion au contact de l'air avec le mélange alcalin, il devait se trouver aussi des substances azotées dont le carbone, difficile à brûler, pourrait, en se combinant avec l'azote de l'air sous l'influence de la soude, former un cyanure, et plus tard de l'ammoniaque.

» L'intéressante base organique découverte récemment par M. Manzini m'a permis de mettre ce fait hors de doute : cette matière exige, pour sa combustion, l'emploi du chromate de plomb avec un courant d'oxigène; analysée avec soin par M. Manzini, elle a pour formule (1):

C^{46}	3450,00	69,80
H^{54}	337,50	6,83
Az^{4}	354,08	7,16
O^{8}	800,00	16,21
	4941,58	100,00

» Cette base contient, comme on voit, 7,16 pour 100 d'azote; l'analyse par le procédé ordinaire a donné 7,23, 7,39, 7,62 pour 100.

» Trois déterminations d'azote de cette même matière parfaitement pure, par le procédé de MM. Varrentrapp et Will, nous ont donné des résultats bien différents.

» 1°. $0^{gr},502$ de cette base ont donné $0^{gr},949$ chlorure de platine ammoniacal, d'où l'on déduit 11,95 pour 100 d'azote;

» 2°. $0^{gr},389$ de la base ont donné $0^{gr},716$ chlorure de platine ammoniacal, ou 11,57 pour 100 d'azote.

---

(1) *Comptes rendus* de l'Académie, t. XV, p. 105. (Mémoire sur la cinchovine.)

» Il faut remarquer que, dans ces deux analyses, nous avions ajouté au mélange une petite quantité de sucre, pour éviter l'absorption qui se fait souvent dans le commencement de la combustion, quand le mélange alcalin n'est pas parfaitement privé d'eau. Dans la troisième détermination d'azote, la matière a été brûlée avec le mélange, sans addition de sucre.

» 3°. $0^{gr},46225$ de la base ont donné 0,700 de chlorure de platine ammoniacal, d'où l'on déduit 9,60 pour 100 d'azote. Le platine métallique pesait 0,311; on aurait dû trouver 0,309.

» Cette dernière analyse est à l'abri de tout reproche, et cependant quelle différence entre les résultats trouvés par ce procédé et ceux de l'ancienne méthode!

» En résumé, le nouveau procédé pour la détermination de l'azote a pu réussir complétement dans un grand nombre de cas à MM. Varrentrapp et Will; plusieurs autres chimistes en ont déjà tiré un bon parti : ce sont des faits qu'il faut admettre et que je suis loin de révoquer en doute; seulement j'ai cru utile de bien constater que cette méthode pouvait donner lieu à des erreurs très-graves quand il s'agit de brûler des substances non azotées, ou même des substances azotées très-riches en charbon et d'une combustion difficile par le mélange alcalin.

» Enfin, il existe encore dans l'emploi de ce procédé une autre cause d'erreur que je ne puis passer sous silence. Je veux parler de la réduction d'une petite quantité du bichlorure de platine en protochlorure, sous l'influence du mélange alcoolique éthéré (une partie d'éther et deux d'alcool).

» En versant ce mélange éthéré sur le bichlorure en excès évaporé à sec et déjà froid, j'ai vu plusieurs fois se séparer instantanément une poudre d'un jaune verdâtre, insoluble dans l'eau et soluble dans un excès d'ammoniaque, comme le protochlorure de platine. Ce protochlorure vient augmenter d'autant le poids du chlorure ammoniacal et celui de l'azote calculé. Aussi arrive-t-il souvent, après la calcination du chlorure ammoniacal, de trouver le poids du platine métallique bien supérieur à celui indiqué par le calcul, même en se servant de bichlorure de platine très-pur. Cette réduction me paraît singulièrement favorisée par les carbures d'hydrogène liquides mélangés d'éther, que l'on entretient pendant tout le temps de l'évaporation à la chaleur d'un bain-marie, avec un excès de bichlorure de platine.

» Les causes d'erreur possibles que je viens de signaler dans l'emploi du nouveau procédé pour la détermination de l'azote tendent, comme on voit, à faire doser trop haut cet élément, et je ne puis m'expliquer com-

ment, dans les analyses si variées faites par MM. Varrentrapp et Will, l'azote trouvé est toujours un peu au-dessous du calcul; dans l'analyse de la mélamine, par exemple, ils ont ajouté, disent-ils, environ un poids de sucre égal au poids de la mélamine employée, $0^{gr},418$: cette quantité de sucre, brûlée seule dans l'atmosphère du tube, donne $0^{gr},006$ d'azote, environ 1,6 pour 100 du poids de la matière, et cependant ils trouvent encore 66,22, la formule indiquant 66,56 (1).

» Quoi qu'il en soit, je crois que cette méthode ne doit être mise en usage qu'avec une très-grande réserve, surtout pour des substances inconnues, sans nier cependant que, dans un grand nombre de cas, entre des mains habiles, elle est déjà devenue pour l'analyse organique un moyen de contrôle fort précieux.

» J'ai cherché à m'expliquer comment une matière non azotée peut donner de l'ammoniaque pendant sa calcination avec les alcalis. L'hydrogène mis en liberté se combine-t-il directement avec l'azote atmosphérique, ou bien est-ce le carbone de la matière qui tend à former avec l'alcali un cyanure décomposé plus tard en ammoniaque? Cette dernière manière de voir me paraît assez en harmonie avec les faits.

» J'ai brûlé $1^{gr},500$ de sucre avec le mélange alcalin, en faisant arriver bulle à bulle, pendant la combustion, un courant d'air lavé dans l'acide sulfurique. Je n'ai obtenu dans ce cas que $0^{gr},069$ platine métallique correspondant à $0^{gr},0099$ azote, tandis que la même quantité de sucre me donne $0^{gr},0149$ azote en brûlant dans le tube fermé. Ainsi, en facilitant la combustion dans l'expérience, on diminue la formation d'ammoniaque; c'est alors le carbone qui fait défaut.

» J'ai fait aussi arriver de l'azote pur sur du sucre en combustion; mais je n'ai pas augmenté sensiblement la quantité d'ammoniaque. La réaction paraît donc se passer entre le carbone naissant et cet azote condensé si intimement dans les pores du mélange.

» Dans son Mémoire sur quelques circonstances de la formation de l'ammoniaque (2), M. Faraday signale que le fer, le zinc et généralement tous

---

(1) J'ai cru nécessaire de modifier un peu l'appareil à boules décrit dans le Mémoire de MM. Varrentrapp et Will, en ajoutant à la branche qui surmonte la dernière boule un tube de verre beaucoup plus long et renflé en olive vers le milieu, afin d'éviter la perte d'une petite quantité du liquide acide entraîné mécaniquement hors de l'appareil ordinaire, par le dégagement des gaz.

(2) *Annales de Physique et de Chimie*, t. XXVIII, p. 435.

les métaux facilement oxydables, mis en contact avec de la potasse en fusion, donnent lieu à une formation d'ammoniaque, même dans une atmosphère d'hydrogène.

» J'ai constaté, en effet, qu'à une température qui n'a pas besoin de dépasser 130°, la limaille de fer pur et une lessive de potasse concentrée donnent lieu à un abondant dégagement d'hydrogène, en même temps que l'odeur de l'ammoniaque devient très-sensible si l'on a opéré sur une vingtaine de grammes de potasse. Mais cette formation d'ammoniaque est tout à fait nulle si l'on opère dans une atmosphère d'hydrogène pur et préparé avec de l'acide sulfurique exempt de gaz nitreux; sinon il y aurait production d'ammoniaque.

» Le bioxyde d'azote et l'hydrogène ont donné lieu à plusieurs formations d'ammoniaque intéressantes.

» Dirigés ensemble, à travers un tube vide et chauffé au rouge, ces deux gaz ne se combinent pas. Mais vient-on à mettre dans le tube quelques substances propres à condenser les gaz, alors la formation de l'ammoniaque est en raison de cette condensation; c'est ainsi que la pierre ponce finement pulvérisée en a fourni la plus grande quantité.

» Enfin si, au lieu de faire arriver les deux gaz sur des substances inertes dans la réaction, on les dirige dans un tube sur quelques grammes de peroxyde de fer légèrement chauffés à la lampe, à l'instant même le peroxyde devient incandescent, et l'ammoniaque se dégage en abondance à l'extrémité de l'appareil.

» Cette formation d'ammoniaque est tellement considérable, qu'avec un appareil composé de deux flacons de 1 litre chacun pour dégager les gaz, et de 10 grammes seulement de peroxyde de fer dans un bout de tube à analyse, on obtient assez d'ammoniaque pour saturer complétement, en moins d'une heure, 25 grammes d'acide muriatique fumant du commerce.

» Les oxydes de zinc, d'étain, de cuivre, donnent lieu aux mêmes phénomènes, mais avec moins d'intensité que le peroxyde de fer.

» La réduction et l'oxydation continuelles du métal dans le courant des gaz contribuent évidemment à la combinaison de l'hydrogène avec l'azote du bioxyde. »

ANATOMIE. — *Recherches sur la gestation dans l'espèce humaine; par* M. COSTE. 2^e^ partie. — *Membrane caduque utéro-placentaire.*

(Commission précédemment nommée.)

« L'Académie a pu lire dans son *Compte rendu* une réclamation de M. Le-

sauvage, au sujet de ma première communication, réclamation à laquelle j'avais préparé une réponse pour aujourd'hui; mais j'apprends à l'instant que le même auteur a fait déposer sur le bureau une nouvelle Note. Pour ne pas occuper trop souvent l'Académie de l'incident accessoire que M. Lesauvage soulève, je prendrai connaissance de ce dernier document, et je répondrai lundi prochain à sa double réclamation. Je continue donc à exposer le résultat de mes recherches.

» Le placenta humain est-il exclusivement formé par les prolongements villeux de l'œuf lui-même, comme certains auteurs le pensent? ou bien n'y a-t-il pas quelque chose que l'on puisse regarder comme un placenta maternel? et, dans ce cas, ce placenta maternel ne serait-il pas un prolongement épaissi de la caduque utérine? Telle est la question que je me propose de traiter aujourd'hui.

» Les auteurs qui admettent qu'il n'y a point de placenta maternel chez l'espèce humaine supposent qu'il n'existe, entre la matrice et le placenta fœtal, que la simple interposition d'une lame extrêmement mince et qui ne serait, en quelque sorte, qu'un moyen de protection contre le contact trop immédiat de l'œuf.

» Ce feuillet, vasculaire selon les uns, inorganisé selon les autres, constituerait donc, dans cette manière de voir, le seul lien qui existerait entre le placenta fœtal et la matrice, lien qui ne consisterait qu'en un simple adossement; car on a prétendu qu'on pouvait opérer la désunion sans rompre autre chose que des tractus analogues à ceux qu'on rencontre entre l'amnios et le chorion, entre la membrane croupale et la muqueuse du larynx.

» S'il en était ainsi nul vaisseau sanguin ne passerait de la matrice dans l'épaisseur du placenta et les cavités anfractueuses interlobulaires, ou les vastes sinus, si bien décrits par Hunter et par quelques auteurs modernes, n'auraient pas d'existence réelle; la croyance au passage du sang maternel dans leurs cavités serait le résultat d'une méprise, et la membrane caduque utérine n'apporterait pas son riche réseau dans l'épaisseur même du placenta fœtal.

» Mais l'observation directe confirme-t-elle une semblable manière de voir? Il me sera facile de démontrer, au contraire, qu'elle la renverse complétement; car j'ai vu, comme je vais le dire, sur la matrice de trois femmes mortes à diverses époques de la gestation, que l'état des parties, au lieu de mettre en évidence l'existence d'un simple feuillet disposé à la manière de l'arachnoïde autour du cerveau et seulement adossé à la matrice et au placenta, a manifesté, au contraire, une disposition tout à fait conforme à

la description que Hunter a donnée des sinus placentaires. J'ai pu constater aussi que les innombrables vaisseaux qui vont de l'utérus au placenta fœtal sont toujours portés par la membrane caduque qui se prolonge dans la totalité de ce dernier, et dont la substance hypertrophiée, si je puis ainsi dire, occupe toute l'épaisseur et mêle aux villosités fœtales du chorion un véritable placenta maternel, enrichi du plus abondant réseau que l'on puisse imaginer. Voici par quel procédé je suis parvenu à me convaincre de l'existence de tous les faits que je viens d'indiquer.

» Après avoir séparé la membrane caduque utérine de la face interne de la matrice et rompu les adhérences cellulo-fibrilleuses, si riches en vaisseaux sanguins, qui les tenaient confondues, je suis arrivé jusqu'au pourtour du placenta. Là j'ai continué à poursuivre le décollement, et j'ai vu le même tissu intermédiaire, qui m'avait permis de constater l'étroite union de la caduque utérine et de l'utérus, montrer qu'il existait entre le placenta fœtal et la matrice une confusion tout aussi évidente, mais encore plus prononcée sous le rapport des énormes vaisseaux qui s'étendent de l'un à l'autre.

» Je me suis appliqué alors à disséquer ces derniers avec soin, afin de bien m'assurer jusqu'à quel point ils pénétraient profondément dans l'épaisseur du placenta fœtal, et j'ai pu constater que les dispositions diverses qu'ils affectaient permettaient de les rapporter à trois catégories distinctes.

» Les uns passaient de la matrice dans le placenta sous la forme arborescente qu'offrent la plupart des vaisseaux de l'organisme, et, sous ce rapport, ne présentaient aucune particularité remarquable.

» Les autres, au contraire, affectaient une disposition tout à fait spéciale. Assez volumineux pour être visibles à l'œil nu, même quand l'état de vacuité avait fait complétement disparaître leur coloration, ils étaient contournés en spirale, et, après avoir plus ou moins longuement rampé, entre le placenta et la matrice, dans le tissu intermédiaire qui tient ces deux organes confondus, *plongeaient manifestement* dans la substance du premier.

» Ces deux ordres de vaisseaux sont ce que l'on a désigné sous le nom de *vaisseaux utéro-placentaires* qui, dans ces derniers temps, ont été fort exactement décrits par M. Flourens. Mais mon but en ce moment n'étant pas de m'occuper de la manière dont ils se terminent, je passe à l'examen d'un autre système vasculaire dont l'existence permet de résoudre directement la question que je traite, c'est-à-dire celle de savoir si, chez l'espèce humaine, il existe un placenta maternel tout comme il existe un placenta fœtal, ou plutôt de démontrer que le placenta proprement dit est la combinaison de deux éléments distincts qui, en réalité, paraissent le constituer.

» Le troisième ordre de vaisseaux dont je veux parler est de beaucoup plus développé que les précédents. Il arrive dans le placenta par des troncs assez larges, assez dilatés pour qu'on puisse pénétrer dans leurs cavités avec des instruments, pratiquer sur leurs parois des incisions qui permettent d'en suivre le trajet d'une manière assez certaine pour ne conserver aucun doute sur la réalité des faits que l'on observe, même dans les cas où l'on n'a pas recours à l'injection, car je les ai étudiés dans les deux circonstances.

» Ces vaisseaux ne sont autre chose que des sinus utérins qui atteignent jusqu'à un énorme degré de dilatation, comme on pourra s'en assurer par la vue de l'une des pièces que je conserve, et sur laquelle les objets sont disposés de manière à montrer les rapports qui existent entre la caduque utérine, le placenta et la matrice. Là on peut voir de ces vastes sinus ouverts et conservant des rapports de continuité avec ceux de la matrice dans lesquels on peut engager des stylets par l'une de leurs extrémités, pendant que par l'autre on pénètre dans les cavités interlobulaires ou sinus du gâteau placentaire.

» Je ne chercherai point à décrire toutes les particularités que ces sinus présentent, parce que les limites de cette lecture ne me permettent pas d'entrer dans des détails que la vue des objets rendra palpables. Je dirai seulement que j'ai eu recours, pour m'en démontrer l'existence, à deux procédés également concluants.

» D'abord, j'ai employé pour cela l'injection d'une matière coagulable chez une femme qui entrait dans le sixième mois de la grossesse, et j'ai vu la substance qui, après avoir traversé les sinus utérins, est venue se figer dans le placenta, y dessiner les formes, marquer les limites des cavités vasculaires qu'elle avait envahies. Mais comme, dans des circonstances semblables, l'on pourrait dire que des ruptures ont formé des communications et creusé des sinus qui n'existeraient pas dans l'état normal, j'ai pratiqué, dans des cas où l'injection n'avait point été faite, une incision sur des sinus intermédiaires au placenta et à la matrice, puis j'ai poussé de l'air à travers cette ouverture, et je l'ai vue distendre les sinus placentaires dans lesquels elle a pénétré. Enfin, d'autres fois j'ai fait passer, soit de la matrice, soit du placenta, à travers ces mêmes ouvertures faites à dessein, le sang que je faisais couler au moyen d'une légère compression; et, en l'étanchant à mesure, j'ai pu me convaincre mille fois que non-seulement les communications étaient larges et libres, mais que le sang pénètre normalement, en nature, dans les sinus du placenta, qui, en définitive, ne sont qu'un diverticulum de ceux de la matrice.

» Un fait qui n'est pas moins intéressant que la pénétration du sang dans les sinus du placenta, c'est que l'on reconnaît, lorsqu'on les ouvre, que les villosités choriales de l'œuf pénètrent directement dans leurs cavités, comme les racines d'un arbre dans la terre, et viennent s'y plonger au milieu des flots de ce sang au sein duquel elles sont immergées.

» Ce sont des faits que j'ai pu vérifier un grand nombre de fois sur des préparations différentes, et même, depuis ma dernière communication, M. le docteur Danyot a bien voulu me fournir une nouvelle occasion de disséquer avec lui une pièce que, grâce à son obligeance, je conserve dans ma collection, et sur laquelle nous avons pu constater ensemble l'exactitude des observations que je viens de faire connaître. D'ailleurs M. Danyot m'a dit avoir observé, de son côté, avec M. Desprez, des faits analogues, et, dans cette circonstance, je suis heureux de pouvoir invoquer un pareil témoignage.

» J'ai vu, en outre, que les villosités choriales du placenta peuvent, dans certains endroits, s'étendre au delà même des sinus placentaires, et se prolonger jusqu'à une telle profondeur, qu'il est impossible de ne pas admettre qu'elles atteignent jusque dans les veines de l'utérus lui-même. En effet, si l'on examine avec soin l'intérieur des grandes voies de communication qui existent entre le système veineux de la matrice et celui du gâteau placentaire, on remarque de longs filaments arborescents, déliés, véritables prolongements des villosités choriales qui se sont insinuées dans les sinus utérins, où on les voit se prolonger comme des radicules terminales, libres et flottantes.

» Après avoir constaté que les sinus veineux du placenta sont en communication directe avec les sinus utérins, que les villosités choriales pénètrent dans leurs cavités, et même se prolongent au delà jusque dans les veines proprement dites de le matrice, il reste à savoir quels sont les éléments anatomiques des sinus du placenta lui-même. C'est ici qu'il sera facile de démontrer que ces éléments appartiennent bien positivement à un prolongement de la caduque utérine, qui vient aussi constituer un véritable placenta maternel.

» En effet, lorsqu'on dissèque les sinus anfractueux du placenta, on remarque qu'ils ne sont pas indépendants les uns des autres, et qu'ils tiennent ensemble de manière à former une continuité de tissu à larges mailles communiquant entre elles; en sorte que les villosités choriales qui forment le placenta fœtal sont maintenues réunies par une trame à cellules vasculaires, qui forme le placenta maternel. Mais, lorsqu'on arrive à la circonfé-

rence de ce dernier, on voit que les anfractuosités placées sur cette limite, et qui sont connues sous le nom de sinus circulaires, non-seulement offrent une continuité incontestable de tissu avec la caduque utérine, mais que tous les méats vasculaires de cette même caduque viennent s'y aboucher par de nombreuses et larges anastomoses.

» Or, puisque tel est le véritable état des choses, il reste démontré :

» 1°. Que la caduque utérine constitue, avec la membrane qui tapisse la face externe du placenta et en pénètre toute l'épaisseur, une seule et même membrane, puisque ces deux parties sont la continuation directe l'une de l'autre, et que le même appareil vasculaire forme dans leurs parois un système spécial tout à fait caractéristique, donnant à leur ensemble, si je puis ainsi dire, une sorte d'individualité;

» 2°. Que, dès lors, la membrane caduque utérine, se trouvant exister tout aussi bien entre le placenta et la matrice que partout ailleurs, forme par conséquent autour de l'œuf une tunique complète qui l'enveloppe de toutes parts;

» Qu'elle constitue, au milieu des villosités, une trame à sinus sanguins qui contribue à former le placenta, puisqu'elle maintient ces villosités réunies en bloc sous forme de gâteau, et que, par suite, il faut admettre l'existence d'un placenta maternel; car la portion de la caduque qui la constitue tient à la matrice par continuité de tissu, et prolonge les vaisseaux de la mère jusqu'à la face fœtale de ce même placenta.

» Dans un troisième Mémoire, je traiterai de l'origine de la membrane caduque utérine, des métamorphoses qu'elle éprouve pendant les diverses époques de la grossesse. Je ferai connaître en même temps mes observations sur le feuillet connu sous le nom de caduque réfléchie. »

MÉDECINE. — *De la périodicité des fièvres intermittentes; par* M. **AUDOUARD.**

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Breschet.)

L'auteur, dans ce Mémoire, se propose de prouver que l'engorgement de la rate, qui accompagne ces sortes de maladies, n'est point le résultat mais la cause de la fièvre. Suivant lui, l'action des miasmes, jointe à l'action solaire, produit dans le sang une modification d'où résulte bientôt une congestion splénique; et la congestion de cet organe est suivie d'une fièvre qui est nécessairement périodique; quant au type de la périodicité, il dé-

pendrait en grande partie de l'influence de la chaleur et des saisons. « En effet, dit l'auteur, si, sur dix fièvres intermittentes observées en été, neuf sont quotidiennes ou doubles tierces, et une seulement tierce, on est fondé à en conclure que le type quotidien résulte des jours les plus longs et les plus chauds; de même si, sur les fièvres observées en automne, neuf sur dix sont tierces, on sera forcé d'assigner ce dernier type à l'automne. Une remarque semblable se fera pour la coïncidence des fièvres quartes avec l'entrée de l'hiver. Enfin, si l'on remarque que, dans les fièvres quotidiennes, il est très-rare de voir les accès survenir de nuit, on en conclura que les conditions de cette partie de la journée où le soleil est au-dessous de l'horizon sont contraires à la périodicité. L'observation des fièvres intermittentes pernicieuses qui règnent généralement dans les pays marécageux et chauds ne contribuera pas moins à faire ressortir l'influence de la température, puisque ces fièvres, dont le type est toujours quotidien ou tierce, ne sont observées qu'en été et en automne. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur l'Éleuthérie dichotome* (Eleutheria dichotoma, A. de Q.), *nouveau genre de Rayonnés, voisin des Hydres; par* M. DE QUATREFAGES. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Blainville, Flourens, Milne Edwards.)

« On sait que le genre *Hydre* est en quelque sorte isolé au milieu des Zoophytes, et que, malgré l'opinion de quelques auteurs, il doit former à lui seul une famille et peut-être une division d'un ordre plus élevé. M. de Quatrefages a trouvé aux îles Chausey un rayonné microscopique qu'il croit devoir placer à côté des Hydres, et pour lequel il propose le nom d'*Éleuthérie dichotome.* Voici les caractéristiques données par l'auteur.

» *Genre Éleuthérie. — Des points oculaires à la base des bras. Point de pieds.*

» *Eleuthérie dichotome. — Corps hémisphérique, d'une couleur jaunâtre, parsemé de points d'un rouge carmin à la face postérieure ou inférieure. Six tentacules bifurqués, terminés par des pelotes arrondies. Diamètre : un demi-millimètre.*

» L'Éleuthérie dichotome vit parmi les touffes de corallines et autres

plantes marines, aux branches desquelles elle se suspend à l'aide de ses bras bifurqués. Lorsqu'on la touche au moment où elle se meut sur un plan, elle se contracte. Dans ce mouvement, le diamètre du corps diminue de près d'un tiers, tandis que celui des bras devient triple, en même temps que leurs branches rentrent dans le tronc d'où elles émanent. L'Éleuthérie ressemble alors à une étoile dont les six rayons seraient terminés en massue.

» L'auteur examine successivement, et avec détail : 1° les téguments, 2° le corps, 3° les bras ou tentacules.

» 1°. *Téguments*. Ici, comme dans la Synapte et les Edwardsies, les téguments sont représentés par deux couches transparentes homogènes, dont l'interne est légèrement granuleuse. On les trouve sur toutes les parties de l'animal; mais elles se confondent souvent, par suite de leur peu d'épaisseur. C'est dans l'épaisseur des téguments que se trouvent les grains de pigment coloré, semblables à ceux que l'auteur a décrits dans ses Mémoires précédents, et des poches à stylets exsertiles et rétractiles analogues à celles dont M. Corda a signalé l'existence dans l'Hydre rousse. Ces poches sont composées d'une membrane formant une poche ovoïde de $\frac{1}{75}$ de millimètre de profondeur, sur $\frac{1}{90}$ de millimètre de largeur, s'ouvrant au dehors par un goulot très-étroit. A l'intérieur on trouve un petit stylet corné, conique, de $\frac{1}{60}$ de millimètre de long, reposant sur une masse de substance transparente d'un aspect comme glandulaire. Deux masses musculaires s'attachent d'un côté à sa base et de l'autre aux parois de la poche et servent à le mettre en jeu. Ces poches se trouvent surtout autour de la bouche et sur une partie du corps. A l'extrémité des bras, elles forment, par leur réunion, les pelotes dont il a été question plus haut.

» 2°. *Corps*. Le corps de l'Éleuthérie est à peu près hémisphérique. La bouche est placée au centre de la partie plane, et entourée par les tentacules. A la base de chacun de ceux-ci est un œil dont on distingue très-bien la cornée transparente, formée par un prolongement des téguments, et le cristallin. Un pigment d'un beau rouge carmin les entoure de toutes parts. Les parois du corps sont formées de plans musculaires à fibres en stries transverses et longitudinales. Une disposition semblable s'observe autour de la bouche. Ces fibres ne deviennent visibles qu'en employant les réactifs chimiques. La cavité digestive occupe tout le corps, et l'auteur y a trouvé de petits entomostracés qui avaient été avalés tout entiers.

» L'ovaire manque chez les Éleuthéries comme chez les Hydres, et les parois mêmes du corps en remplissent les fonctions. Les œufs se développent sous les téguments à la partie postérieure du corps, et pendant leur ac-

croissement ils semblent refouler en dehors la couche épidermique. Il en résulte la formation d'une espèce de besace dans laquelle l'animal a l'air de porter ses œufs. Ceux-ci ne présentent ni vésicule de Purkinje ni tache de Wagner.

» 3°. *Tentacules*. Les bras ou tentacules sont au nombre de six, attachés autour de la bouche, sur le limbe du corps; chacun d'eux se bifurque vers le milieu de sa longueur, et les deux branches, d'un diamètre presque égal à celui du tronc d'où elles partent, sont terminées par une pelote de poches à stylets. Bien que les parois de ces tentacules aient à peine $\frac{1}{150}$ de millimètre d'épaisseur, on y distingue les couches tégumentaires et quatre bandes musculaires longitudinales réunies par des bandelettes transverses, de manière à former une espèce de treillis assez régulier. A l'intérieur on trouve une charpente fort singulière, dont la nature est également musculaire; elle se compose d'un axe irrégulièrement coudé, occupant le centre du canal tentaculaire, d'où partent des branches qui se portent aux muscles des téguments. Des grains de pigment jaune sont fixés sur ces muscles intérieurs, qui ressemblent parfaitement à ceux des Systolides, des Naïs, etc.

» Après ces détails anatomiques, l'auteur examine les affinités zoologiques de l'Éleuthérie, et montre que, tout en prenant place à côté des Hydres, ce nouveau rayonné n'en conserve pas moins des rapports avec les Méduses d'une part, avec les Syncorines de l'autre.

» M. de Quatrefages ajoute quelques réflexions sur la simplification graduelle des organismes et des éléments qui les composent chez les animaux inférieurs, simplification dont la Synapte, les Edwardsies et l'Eleuthérie lui ont offert des degrés de plus en plus marqués. Il signale ce qu'il y a de singulier dans l'existence des yeux chez un animal où l'ovaire lui-même a disparu. Il termine son Mémoire en appelant l'attention sur l'importance du rôle que les tentacules jouent dans l'Éleuthérie, où ils sont à la fois organes de fixation, de locomotion, de préhension, de respiration et, pour ainsi dire, de circulation. »

BOTANIQUE. — *Notice sur plusieurs genres nouveaux appartenant à la classe des Algues, et recherches sur cette question :* Y a-t-il dans les Fucacées les deux modes de propagation qu'on observe chez les Floridées? *par* M. MONTAIGNE.

(Commissaires, MM. de Jussieu, Ad. Brongniart, Richard.)

« Les plantes sur lesquelles j'ai établi les genres qui font l'objet de ce

Mémoire ont été, dit M. Montaigne, en grande partie recueillies pendant le long et périlleux voyage au pôle sud et dans l'Océanie exécuté, sous le commandement du contre-amiral Dumont-d'Urville, par les corvettes *l'Astrolabe* et *la Zélée*.

» Des neuf genres qui composent cette Notice, il en est quatre qui appartiennent à des plantes anciennement connues. L'un d'eux, le *Marginaria*, fondé par M. A. Richard, est plus solidement établi et devenu inattaquable depuis que nous possédons les fructifications mûres; un autre, le *Scytothalia* (Gréville), résulte de la fusion que j'ai jugé convenable de faire des deux genres *Seirococcus* et *Scytothalia* de l'auteur écossais. Un troisième a pour type le *Fucus gladiatus*, découvert par Labillardière. La fructification, restée inconnue jusqu'ici, n'avait pas permis de le mettre à sa véritable place. L'analyse des conceptacles du nouveau genre *Xiphophora* m'a aussi conduit à tenter quelques recherches sur cette question : *Y a-t-il dans les Fucacées les deux modes de propagation qui se rencontrent chez les Floridées?* Loin de moi la prétention d'avoir résolu une si grave question : je me trouverai heureux si je parviens à appeler l'attention des phytologistes mieux placés que moi pour en amener la solution, ou du moins l'éclairer.

» Le genre *Chamædoris* provient du démembrement des *Nesea* de Lamouroux, qui ne sont pas des polypiers, comme on l'avait faussement cru jusqu'ici, et se compose de l'espèce unique de la seconde section, du *Nesea annulata*, bien autrement organisé que le *Penicillus capitatus*, Lamck.

» Enfin, les cinq autres genres restants ont été fondés sur des plantes tout à fait nouvelles. Les quatre premiers, *Heterosiphonia*, *Hydropuntia*, *Dasyphlæa* et *Rhipidosiphon*, font partie de la collection de MM. d'Urville, Hombron et Jacquinot, que je suis chargé de publier; le cinquième a été trouvé à la Martinique par M. Duperrey, ingénieur hydrographe de la marine : c'est le genre *Haloplegma*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés de la série de l'amyle; par* M. GAULTIER DE CLAUBRY. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Chevreul, Payen.)

« Depuis que les recherches de MM. Dumas et Péligot sur l'esprit de bois ont démontré l'existence d'une série de composés parallèle à celle de l'alcool du vin, on ne doit plus être surpris de rencontrer d'autres séries analogues, qui probablement même se multiplieront plus tard.

» Les travaux de M. Cahours sur l'essence de pommes de terre ont en effet prouvé l'analogie complète de la série de l'amyle avec celles de l'alcool et de l'esprit de bois; mais plusieurs composés manquent encore pour la compléter.

» M. Robert de Many, habile distillateur de Saint-Quentin, ayant eu la complaisance de me remettre une certaine quantité de l'espèce d'essence qu'il séparait dans la rectification des produits obtenus par la fermentation des mélasses de betteraves pour obtenir des *esprits bon goût*, j'ai recherché d'abord quelle était la véritable nature de cette essence, et il m'a été facile de m'assurer qu'alors qu'elle a été complétement purifiée, elle n'est autre chose que l'essence de pommes de terre : fait qui n'est pas sans importance, puisqu'il fait connaître pour nouvelle source à ce produit un végétal d'une famille différente de celle où il avait été reconnu jusqu'ici.

» Le produit brut obtenu dans les rectifications de l'alcool des mélasses de betteraves est liquide, plus dense qu'elles, d'une odeur très-pénétrante, qui affecte la respiration d'une manière particulière, d'une saveur âcre excessivement désagréable.

» Le produit brut de la réaction de l'acide sulfurique sur l'essence de pommes de terre est très-complexe, mais j'ai pu en séparer quatre produits caractérisés que je signalerai ici.

» 1°. Un liquide bouillant à 96°, incolore, d'une saveur forte et amère, d'une odeur vive, extrêmement pénétrante et pénible à respirer, soluble dans l'acide sulfurique, dont la composition est représentée par $C^{20}H^{20}O^{2}$; ce serait l'aldéhyde de la série de l'amyle;

» 2°. Un autre liquide bouillant à 170°, incolore, insipide, d'une odeur éthérée suave, soluble dans l'acide sulfurique qui le colore en rouge, et qui aurait pour formule $C^{20}H^{22}O$, ou l'éther de la série de l'amyle ;

» 3°. Un autre liquide bouillant à 160°, ne se colorant pas par l'acide sulfurique, et ne s'y dissolvant pas, d'une odeur désagréable qui rappelle celle des pommes pourries; sa formule serait $C^{20}H^{20}$: ce composé représenterait l'amylène ;

» 4°. Un autre liquide d'une saveur forte non amère, d'une odeur éthérée, qui m'a paru avoir la formule $C^{20}H^{22}O^{2}$, mais qui est peut-être formé d'un mélange d'espèces avec un autre composé que je n'ai pu examiner, en raison de sa faible proportion.

» L'essence de la betterave elle-même a donné par l'analyse des résultats qui conduisent à la formule déjà connue de l'essence de pommes de terre, $C^{20}H^{24}O^{2}$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur l'existence probable d'un lac souterrain communiquant avec le lac de Genève, sur les sèches, sur les ladières, et sur les températures de ce dernier lac; par* M. **L.-L. Vallée**, inspecteur divisionnaire des Ponts et Chaussées. (Extrait.)

« Il a été fait à l'Académie, vers la fin du mois de septembre 1841, une communication relative aux dénivellations subites du lac de Genève, appelées *sèches*. J'ai adressé à M. Arago, pour la séance suivante, une Note sur ce phénomène, dans laquelle j'essayais de l'expliquer au moyen d'un lac souterrain, communiquant, d'une part, avec le Léman, et, d'autre part, avec des vallées très-élevées, au moyen de puits à peu près verticaux, ou au moyen de fissures étroites et verticales. Depuis cette époque, j'ai recueilli, pendant un voyage à Genève, sur diverses circonstances, des renseignements qui sont tels que je les avais prévus, c'est-à-dire qui me paraissent confirmer pleinement ma théorie. Ces circonstances sont les suivantes.

» Les sèches commencent toujours par l'exhaussement des eaux : il y a exhaussement ou abaissement en même temps aux deux bouts du lac; il n'y a pas de sèches pendant les gelées, et il y en a principalement depuis le mois de mars jusqu'à la fin de septembre, et elles sont très-communes dans les temps orageux.

» Elles ont lieu quelquefois par des temps fort calmes, et l'on sait, par les observations du mois de septembre dernier, que le baromètre n'a pas varié dans les grandes sèches.

» Il me paraît aussi que les dénivellations, sensibles partout à la fois, le sont principalement à Genève, et moins à Villeneuve.

» Enfin on sait que les eaux du lac présentent quelquefois des courants appelés *ladières*, dans lesquels le mouvement s'opère de l'ouest à l'est, c'est-à-dire en sens contraire de celui des eaux du Rhône.

» Je ferai remarquer d'abord que, puisque le lac s'élève partout à la fois, il faut nécessairement qu'il soit solidaire avec un lac souterrain. En effet, sa surface est de 600 millions de mètres carrés; et, en supposant que pour une sèche de 2 mètres d'amplitude à Genève, ou 1 mètre au-dessus du plan d'équilibre, l'élévation, moindre à Villeneuve qu'à Genève, soit seulement en moyenne de $0^m,20$, le cube d'eau soulevé serait de 120 millions de mètres cubes. Or, où ce cube d'eau peut-il être pris? et, la dénivellation ayant lieu quinze à vingt minutes plus tard au-dessous du plan d'équilibre, où ce même cube d'eau peut-il être renvoyé? Il est évident qu'il ne peut

venir ainsi, et s'en aller pour revenir encore, et s'en aller encore, que par des canaux communiquant à un ou plusieurs lacs souterrains.

» Toutes les sèches, sans exception, commençant par l'exhaussement du lac, il me semble aussi bien clair qu'on ne peut pas les attribuer à l'effet des vents. D'ailleurs, si elles provenaient des vents, il devrait y en avoir à peu près sur tous les grands lacs : ce serait donc un phénomène connu en beaucoup d'endroits, tandis qu'il n'est connu que sur le lac de Genève, et, je crois, sur le lac Ladoga.

» Ce phénomène des sèches, ainsi que celui des ladières, et les changements de température du lac, me semblent s'expliquer tous, et même très-clairement, au moyen des lacs souterrains communiquant à des vallées supérieures par des fissures qui seraient verticales dans quelques-unes de leurs parties.

» Supposons, pour fixer les idées, que ces fissures existent sous le glacier du mont Blanc, appelé *la Mer de glace*. En hiver, dans les gelées, les neiges boucheront les fissures; il n'y aura aucune communication entre l'air des lacs souterrains et l'atmosphère, ainsi il n'y aura pas de sèches. En été, l'air pouvant communiquer entre l'atmosphère et le dessus des cavités souterraines, on aura des sèches à chaque pluie et à chaque orage, et, les ouvertures supérieures se trouvant bien débouchées, les sèches pourront atteindre leurs plus fortes limites. Par les temps calmes, les éboulements de glace, comme ceux qui se font entendre quand on visite les glaciers dont il s'agit, devront en produire fréquemment. Enfin les sèches auront plus ou moins d'amplitude aux deux extrémités du lac, selon les points où débouchent dans ce lac les canaux souterrains, et selon la figure que ce même lac présente. »

ANATOMIE. — *Nouvelle Note sur la membrane caduque ; par* M. LESAUVAGE.

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Coste)

« J'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, sous la date du 16 courant, une réclamation relative à quelques idées sur la membrane caduque, sommairement présentées à l'Académie par M. le docteur Coste.

» Maintenant que j'ai sous les yeux l'extrait du Mémoire inséré dans le dernier numéro des *Comptes rendus de l'Académie*, j'ai pu voir que c'est par la dissection de l'utérus d'une femme morte à quelques semaines de gesta-

tion que M. Coste est arrivé, comme moi et après moi, aux résultats que j'avais exposés dans mon Mémoire; mais une disposition pathologique de la cadúque que j'avais disséquée m'avait permis d'apprécier quelques circonstances de l'organisation de cette membrane qui sont restées inaperçues pour M. Coste.

» Ainsi notre auteur a bien vu que le tube qui occupe l'intérieur de la trompe était un prolongement de la caduque;

» Il a également reconnu que cette membrane se perdait à l'orifice du col de l'organe, et que, comme Hunter l'avait avancé, elle présentait une triple ouverture; mais ces deux faits, M. Coste ne pouvait exactement les expliquer, parce qu'il n'a pas reconnu, à ce qu'il paraîtrait, les deux feuillets de la caduque, dont il ne parle point, et qu'il n'a, ainsi que les observateurs qui avaient nié l'existence de ces ouvertures, vu la caduque que dans son ensemble; il n'a donc pu reconnaître que les trois ouvertures n'appartiennent qu'au feuillet utérin de la membrane, ainsi que je l'ai formellement exprimé.

» J'avais dit également, comme l'affirme à son tour M. Coste, que la membrane caduque avait reçu à tort le nom d'*anhiste*; mais ce n'est pas parce que les sinus utérins semblent se prolonger dans son intérieur, et établir entre elle et la surface de l'utérus une continuité parfaite, circonstance sur laquelle M. Coste se fonde, au moins en partie, pour émettre sur l'origine de la caduque une théorie que je crois très-contestable; c'est parce que, comme dans toutes les pseudo-membranes, il se développe dans sa propre substance et parallèlement à ses surfaces une foule de rameaux vasculaires qui lui sont propres, et que j'ai pu voir à l'œil nu, en regardant à contre jour un large feuillet utérin de cette membrane, ainsi que je l'ai énoncé dans mon Mémoire. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur une machine pneumatique à force centrifuge; par* M. CAVARRA.

(Commissaires, MM. Babinet, Séguier.)

CORRESPONDANCE.

M. AUGUSTE DE SAINT HILAIRE présente, de la part de M. PERROTTET, un ouvrage de ce voyageur, intitulé : *Art de l'Indigotier*. Il rappelle à l'Académie qu'il y a déjà quelques années, il fut chargé par elle de lui faire un

Rapport sur un Mémoire du même auteur, relatif à la fabrication de l'indigo; il dit que, dans ce rapport, il avait indiqué les lacunes qui existaient dans le Mémoire dont il s'agit, et qu'il avait invité M. Perrottet à publier un travail plus complet. « M. Perrottet, ajoute-t-il, a répondu à cet appel; pendant les longs voyages qu'il vient de faire dans les contrées tropicales, il s'est livré à de nouvelles observations sur l'Indigo; il les a consignées dans le livre dont il fait hommage à l'Académie, et les habitants des contrées où croissent les Indigofères auront actuellement un guide qu'ils désiraient depuis longtemps et qui pourra les diriger dans leurs divers travaux. »

M. **Piorry** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double*.

M. *Piorry* adresse en même temps un exemplaire d'un ouvrage qu'il vient de faire paraître sur les maladies du cœur et des gros vaisseaux (*voir* au *Bulletin bibliographique*), et rappelle qu'il a successivement fait hommage à l'Académie de ses précédents ouvrages, à l'époque de leur publication.

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles observations concernant les effets des forces épipoliques; par* M. **Doyère**.

« J'ai rencontré, dans les recherches auxquelles je me suis livré, quelques faits qui contribueront peut-être à faire connaître la nature des mouvements singuliers sur lesquels M. Dutrochet a de nouveau appelé l'attention des observateurs. J'ai communiqué ces faits à l'illustre académicien, avec quelques-unes des expériences qui les appuient, et il m'a encouragé à les réunir dans un Mémoire que je compte présenter très-prochainement à l'Académie, et qui sera le développement expérimental des cinq propositions suivantes:

» 1°. Les mouvements centrifuges qui sont produits sur les surfaces liquides propres, par les vapeurs de l'éther, du camphre, de l'ammoniaque, du sulfure de carbone, et d'un grand nombre d'autres corps vaporisables, n'ont point leur cause dans *la force répulsive de ces vapeurs*.

» Si MM. Joly et Boisgiraud ont cru voir des corps légers *repoussés* par les vapeurs de l'éther et du camphre (p. 29 des *Nouvelles recherches*, etc.), c'est probablement parce qu'ils ont négligé d'expérimenter en vases clos.

En prenant cette précaution, c'est une *attraction apparente*, et non une répulsion, que l'on constate.

» 2°. Une même vapeur peut produire sur des liquides différents des mouvements centrifuges ou des mouvements centripètes.

» 3°. La force qui produit les mouvements centrifuges ou centripètes se développe dans la surface propre même, ce qui est le premier et le plus essentiel des caractères assignés par M. Dutrochet à la *force épipolique*.

» 4°. Les mouvements d'élévation et d'abaissement que prend une goutte d'eau sur une surface mercurielle propre, lorsqu'on la fait traverser par un courant voltaïque, sont également déterminés par l'influence des vapeurs sur une goutte d'eau et de beaucoup d'autres liquides placée de même sur une surface mercurielle propre.

» 5°. Enfin les mouvements épipoliques centrifuges ou centripètes peuvent être déterminés dans les surfaces propres par une élévation ou un abaissement de température; et, dans un certain nombre de cas au moins, la réciproque paraît avoir lieu : c'est-à-dire que les mouvements épipoliques produits par certaines causes autres qu'un échauffement ou un refroidissement direct des surfaces propres paraissent accompagnés d'une élévation ou d'un abaissement de température dans ces surfaces.

» Une nacelle de clinquant dans laquelle on dépose un charbon ardent ou bien de la baryte, de la chaux légèrement humectées de manière à ce qu'il y ait production de chaleur, se meut sur l'eau à la manière du camphre.

» Il me reste quelques expériences à faire dans le but de généraliser la dernière partie de cette proposition : j'en rendrai compte dans mon Mémoire. J'y ajouterai des faits qui prouvent que les émanations odorantes agissent à la manière des vapeurs. »

M. le Dr Berton adresse quelques considérations sur l'éducation des *vers à soie*, et principalement sur le parti que l'on pourrait tirer de la seconde feuillaison des mûriers, en retardant jusqu'à l'époque où les nouvelles feuilles paraissent, l'éclosion d'une partie des œufs de l'année précédente. M. *Berton* s'est assuré qu'il n'était pas nécessaire, pour retarder cette éclosion, d'avoir recours à une température aussi basse que celle des glacières, et que leur exposition dans une cave un peu profonde remplit suffisamment ce but.

M. Soulange-Bodin, secrétaire perpétuel de la Société royale et centrale

d'Agriculture, rappelle que cette Société envoie régulièrement à la bibliothèque de l'Institut ses *Mémoires* et son *Bulletin mensuel*, et exprime, en son nom, le désir de recevoir en retour les *Mémoires* et les *Comptes rendus de l'Académie*.

(Renvoi à la Commission administrative.)

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés, l'un par M. **Réalville**, l'autre par M. **Cavarra**.

La séance est levée à cinq heures et quart.

F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842, n° 3.

Annales des Sciences naturelles; juin 1842; in-8°.

Examen de la Phrénologie; par M. FLOURENS; 1842; in-8°.

Institut royal de France. Adresse au Roi à l'occasion de la mort de S. A. R. monseigneur le duc d'Orléans; *par* M. V. HUGO.

Institut royal de France; Académie des Sciences. Funérailles de M. Pelletier; *Discours de* M. DUMAS, vice-président.

Clinique iconographique de l'Hôpital des vénériens; 4e liv., in-8°.

Traité de Médecine pratique et de Pathologie iatrique ou médicale; par M. PIORRY; 1 vol. in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; juillet 1842; in-8°.

Nouveau Tableau du règne animal : Mammifères; par M. LESSON; in-8°.

Mémoire sur un insecte et un champignon qui ravagent les cafiers aux Antilles; par MM. GUÉRIN-MÉNEVILLE et PERROTTET; in-8°.

Art de l'Indigotier; par M. PERROTTET; in-8°.

Annales des Sciences géologiques; mai 1842; in-8°.

Recueil des travaux de la Société médicale du département d'Indre-et-Loire; 2e série, 3e trimestre de 1841; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juillet 1842; in-8°.

Journal des Usines, tome Ier; juillet 1841 à juin 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; juillet 1842; in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; mai 1842; in-8°.

Astronomische. . . . *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; nos 454 et 455; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 30.

Gazette des Hôpitaux; nos 86 à 88.

L'Expérience; n° 264.

L'Écho du Monde savant; nos 5 et 6.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

L'Académie apprend la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Larrey**, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé à Lyon le 25 juillet. M. **Roux**, au nom de la famille de M. *Larrey*, communique cette nouvelle à l'Académie.

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction astronomique; par* M. **Bessel**, Associé étranger de l'Académie.

« L'honneur de prononcer quelques mots dans ce lieu m'engage à demander la permission de communiquer quelques remarques sur la réfraction astronomique, sur un sujet qui, plus d'une fois, a reçu ici des améliora-

tions capitales. Quelque peu importantes que soient mes remarques, je compte sur la même indulgence que l'illustre Académie m'a témoignée en me conférant le titre de son associé étranger, d'un titre qui est la plus grande récompense des travaux scientifiques.

» La théorie des réfractions astronomiques, donnée dans l'immortel ouvrage de Laplace, étant applicable à chaque hypothèse sur la constitution de l'atmosphère, suppose connus cette constitution et le pouvoir réfringent de l'air. Quand l'atmosphère est en équilibre, ses couches sont concentriques, et la loi de leur densité résulte de celle de leur chaleur. L'état de l'équilibre étant le seul qui puisse être supposé dans le calcul, la difficulté de la théorie des réfractions, telle qu'elle est accessible au calcul, retombe sur la loi de la chaleur. Mais cette loi est évidemment très-variable, les variations journalières et annuelles du thermomètre étant beaucoup plus grandes à la surface de la Terre que pour de grandes hauteurs. Jusqu'à ce qu'on ait réussi à exprimer cette loi en fonction du temps, il sera impossible de former une table qui représente parfaitement la réfraction pour chaque distance au zénith et pour chaque temps. Étant encore bien loin de cette perfection, il importe d'examiner jusqu'à quel degré la connaissance des réfractions à laquelle on peut atteindre jusqu'à présent suffit aux besoins de l'astronomie.

» Il est bien connu des astronomes que les étoiles deviennent indistinctes à mesure qu'elles s'approchent de l'horizon. Cette confusion des images s'opposant à la précision des observations, il importe peu de connaître avec la dernière précision la réfraction pour de très-grandes distances au zénith. La question dont il s'agit est donc de comparer ensemble la valeur des erreurs inévitables des observations et de celles de la théorie des réfractions, rendue aussi parfaite que le permettent nos connaissances actuelles sur la loi des températures atmosphériques.

» Une des causes de la confusion des images que les étoiles présentent dans les lunettes peut être soumise au calcul : c'est la dispersion de la lumière dans l'atmosphère. Son existence est bien connue des astronomes, qui souvent voient près de l'horizon les étoiles présenter des spectres prismatiques, suffisamment étendus pour être bien vus quand les oscillations ordinaires ne sont pas trop grandes. Mais personne, que je sache, n'ayant mesuré la grandeur de ces spectres, le rapport entre la réfraction et la dispersion dans l'air atmosphérique paraît être encore inconnu. Je communiquerai donc quelques observations faites au mois de septembre 1838, les circonstances étant alors extraordinairement favorables, de manière qu'on

voyait très-bien le spectre coloré que l'étoile α du *Poisson austral* présentait. Ces observations sont les suivantes :

1838.	TEMPS sidéral.	ÉTENDUE du spectre.	BAROMÈTRE et thermomètre attaché.		THERMOMÈTRE libre.	HAUTEUR vraie calculée.	RÉFRACTION calculée.
	h. m. s.		L.	R.	F.		
Sept. 20	21.42. 0	8″,25	338,7	15°	63°	3°36′ 15″	11′ 51″,4
22	21.16.30	11 ,26	339,6	14	58,2	2.31.30	14.54,4
28	21.31. 0	10 ,32	342,1	12	53	3.10.45	13.15,6
30	21.29.30	11,05	343,3	6	37,5	3. 7. 0	13.58,0

d'où il suit que, la réfraction étant supposée toujours égale à 10000, la dispersion observée est égale à

116, 126, 131, 130,

ou moyennement égale à 126. En comparant le spectre visible dans la lunette de l'héliomètre à la figure donnée par feu Fraunhofer, il me semblait que la partie mesurée était celle comprise entre les lignes B et G de cette figure. J'ai vu encore une fois l'étoile bien tranquille ; mais, quoique l'air parût être parfaitement clair, le rouge et le bleu du spectre étaient seuls visibles, de manière que l'étoile ressemblait en quelque sorte à une étoile double, composée d'une étoile rouge et d'une bleue. La distance des limbes extérieurs des deux espaces colorés était égale à 5″,13, la réfraction étant de 11′ 35″,4. Ces deux nombres ayant le rapport de 10000 à 74, il paraît que l'espace visible du spectre a été celui compris entre les lignes B et F de Fraunhofer. On voit par ces observations que le rapport de la réfraction à la dispersion est beaucoup plus petit dans l'air que dans les autres corps jusqu'ici examinés.

La longueur du spectre d'une étoile étant à peu près un quatre-vingtième de sa réfraction, elle ne s'élève pas à une seconde à 45° de distance au zénith; elle est environ $1\frac{1}{4}''$ à 60°, 2″ à 70°, 4″ à 80°, 8″ à 85°, 11″ à 87°, 22″ à 89°. Si le spectre se voyait toujours bien net, on pourrait rapporter les observations à un certain de ses points, et ce spectre n'aurait aucune influence sensible sur leur précision. Mais cela arrive très-rare-

ment, au moins à Kœnigsberg : au lieu d'un spectre net et tranquille, on voit ordinairement une masse confuse et ondulante de lumière, dont la couleur varie d'un moment à l'autre, ce qui doit évidemment s'opposer à la précision des observations. Quoique je ne connaisse pas de moyen pour évaluer exactement la partie de l'erreur probable des observations qui a son origine dans la confusion du spectre et dans ses oscillations, j'ai souvent cru, en faisant une observation, que la direction du fil du télescope pourrait être arbitraire jusqu'à la moitié de la grandeur apparente de l'étoile, ce qui me porterait à admettre une erreur probable d'un quart de cette valeur. Il paraît donc que des observations faites dans des distances au zénith plus grandes que 85° ne seraient que d'un très-petit poids pour l'astronomie, même si l'on pouvait exactement calculer les réfractions nécessaires pour les réduire.

» En comparant à la théorie des réfractions une longue série d'observations faites dans toutes les distances au zénith de manière à obtenir la différence entre la théorie et chaque observation particulière, les milieux arithmétiques de celles de ces différences qui appartiennent à une même distance au zénith devront être attribués à la valeur du pouvoir réfringent supposée dans la théorie et à la loi de la chaleur des couches, sur laquelle on l'a fondée. Mais ce qui reste de différence entre les observations particulières et la théorie, après en avoir soustrait les moyennes, aura son origine dans les variations inconnues de la loi de la chaleur des couches de l'air, que la théorie a dû négliger.

» Si l'on réussit à trouver une loi de la chaleur qui représente toutes les observations moyennes, on la considérera comme la moyenne de toutes les modifications de la loi qui se sont présentées pendant le cours des observations. On l'emploiera à la construction d'une table qui, nonobstant qu'elle représente les réfractions moyennes, s'éloignera sensiblement des observations particulières toutes les fois que la loi variable de la chaleur diffère sensiblement de la loi constante supposée dans la table, et que l'influence de cette différence par la réfraction devient sensible.

» Quand il s'agit de fixer la limite des distances au zénith jusqu'à laquelle la table des réfractions, construite d'après l'hypothèse d'une loi *constante* de la chaleur, peut être censée suffisante pour les besoins de l'astronomie, il faut recourir aux observations, qui détermineront pour chaque distance au zénith l'erreur probable, telle qu'elle est produite par le concours des erreurs des observations et de celles de l'hypothèse. Quand on en sépare l'erreur probable des observations faites dans des parties du ciel où les étoiles paraissent bien terminées, on aura celle qui est l'effet inévitable de

l'hypothèse d'une loi constante de la chaleur des couches de l'air, y compris l'erreur également inévitable qui provient de la confusion des images des étoiles. C'est cette erreur dont la valeur, pour chaque distance au zénith, doit déterminer la limite cherchée.

» Ayant examiné de cette manière les erreurs probables des réfractions calculées d'après mes Tables, j'ai reconnu qu'à des distances au zénith jusqu'au 85e degré elles ne s'élèvent guère à un quart de la grandeur du spectre, ce qui me fait croire que l'influence des variations de la loi de la chaleur des couches de l'air ne commence à être sensible qu'au delà du 85e degré. Quant à l'accord des *moyennes* réfractions observées avec celles calculées d'après les Tables, il me paraît être assez satisfaisant, car ces réfractions, déterminées, il y a vingt ans, d'après des observations faites à Kœnigsberg, ont été trouvées en accord presque parfait avec une nouvelle série nombreuse d'observations faites pour les vérifier, cette série n'indiquant qu'une correction égale à un soixantième de seconde pour 45° de distance au zénith. Il paraît donc prouvé par les observations que nos connaissances actuelles des réfractions astronomiques sont suffisantes jusqu'à la même limite des distances au zénith, au delà de laquelle la précision des observations est tellement diminuée, par la confusion des images des étoiles, qu'elles ne seraient que d'un faible prix pour l'astronomie, même si l'on savait exactement calculer les réfractions nécessaires à leur réduction.

» Au delà de cette limite, c'est-à-dire entre le 85e degré de distance au zénith et l'horizon, l'influence des variations de la loi de la chaleur des couches de l'air croît rapidement, ce que la théorie indique. Quoiqu'on ne connaisse pas la fonction du temps qui exprime cette loi, on ne pourra pourtant douter que le décroissement de la chaleur est plus fort pendant le jour que pendant la nuit. On peut donc s'attendre à trouver les réfractions très-près de l'horizon généralement plus faibles pendant le jour que pendant la nuit, abstraction faite de la température au lieu de l'observateur. C'est ce que les observations confirment. A ma prière, M. Argelander observait souvent à Kœnigsberg le Soleil vers son coucher et les étoiles très-près de l'horizon pendant la nuit; les différences entre ces deux séries étaient de 6″ à 2° de hauteur, de 10″ à $1°\frac{1}{2}$, de 23″ à 1°, de 30″ à $\frac{1}{2}$°. Il est évidemment impossible d'expliquer de telles différences sans connaître les variations de la loi de la chaleur des couches de l'air dépendantes du temps. C'est donc *cette dépendance* sur laquelle doivent se diriger les recherches de ceux qui voudront perfectionner encore la théorie des réfractions astronomiques. Mais cela serait un problème dont la solution, supposée possible, aurait plus de prix pour la météorologie que pour l'astronomie. »

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur les variations des éléments du mouvement elliptique des planètes; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Les équations différentielles qui déterminent les éléments du mouvement elliptique d'une planète autour du centre du soleil pris pour origine, renferment les dérivées partielles de la fonction perturbatrice différentiée par rapport à ces éléments. D'ailleurs cette fonction perturbatrice varie dans le passage d'une planète à une autre, et peut être développée, pour chaque planète, en une série de termes dont le premier ne renferme ni le temps ni les moyens mouvements, tandis que les autres termes varient avec le temps et sont périodiques. Ce premier terme est ce que nous nommerons la *partie séculaire* de la fonction perturbatrice; et, par analogie, nous appellerons *équations différentielles séculaires* celles auxquelles se réduisent les équations différentielles propres à déterminer les variations des éléments, quand on réduit la fonction perturbatrice à sa partie séculaire. L'intégration complète de ces équations différentielles séculaires serait certainement un grand pas fait en astronomie; car cette intégration ferait immédiatement connaître, sinon les variations totales des éléments des orbites, du moins les parties de ces variations qui sont indépendantes des moyens mouvements. Or, en examinant avec soin les équations différentielles dont il s'agit, on voit qu'elles peuvent être censées renfermer les dérivées d'une seule fonction perturbatrice qui reste la même pour toutes les planètes; et que cette nouvelle fonction perturbatrice, représentée par une intégrale définie double, renferme avec les grands axes, les excentricités et les inclinaisons des orbites, les longitudes des périhélies, et les angles compris entre des lignes des nœuds des diverses planètes combinées deux à deux. Cela posé, si, comme je l'ai déjà fait dans un précédent Mémoire (voir le *Compte rendu* de la séance du 21 septembre 1840), on prend pour éléments du mouvement elliptique de chaque planète l'époque du passage au périhélie, la longitude du périhélie, l'angle formé par un axe fixe avec la ligne des nœuds, le moment linéaire de la vitesse, la projection de ce moment linéaire sur un plan fixe, et la moitié du carré de la vitesse correspondante à l'instant où la planète passe par l'extrémité du petit axe, on établira facilement divers théorèmes dont plusieurs me paraissent dignes de remarque, et dont je vais donner les énoncés en peu de mots.

» Lorsqu'on suppose les éléments du mouvement elliptique déterminés

pour chaque planète par les équations différentielles séculaires, non-seulement tous les grands axes demeurent invariables, mais on peut en dire autant de la fonction perturbatrice, qui reste alors la même pour toutes les planètes. Alors aussi, en supposant que l'on projette les moments linéaires des quantités de mouvement sur un plan fixe quelconque, on obtiendra pour la somme de leurs projections algébriques une quantité constante. En d'autres termes, le principe des aires sera vérifié rigoureusement à l'égard des aires décrites par les planètes autour du centre du soleil, et comme si ce point était un centre fixe. En conséquence, outre les équations qui exprimeront l'invariabilité des grands axes, et qui seront en nombre égal à celui des planètes, on obtiendra quatre intégrales générales correspondantes aux équations des forces vives et des aires.

» Soit maintenant n le nombre des planètes. Six éléments étant relatifs à chaque planète, le nombre total des équations différentielles séculaires sera $6n$. Mais, dans la recherche des intégrales de ces équations, on pourra laisser de côté deux inconnues relatives à chaque planète, savoir : 1° la moitié du carré de la vitesse qui correspond à l'extrémité du petit axe, et qui reste invariable avec le grand axe; 2° l'époque du passage au périhélie qui n'est pas comprise dans la fonction perturbatrice. Donc le nombre total des inconnues pourra être réduit à $4n$, et même à $4n - 4$, eu égard aux quatre intégrales générales dont nous avons parlé. Il y a plus, l'un des angles formés par la ligne des nœuds avec un axe fixe pourra encore être éliminé, puisque les différences seules entre ces angles, combinés deux à deux, se trouveront renfermées dans la fonction perturbatrice. Donc le nombre des inconnues comprises dans les équations différentielles séculaires pourra être réduit à $4n - 5$.

» Considérons à présent le cas où toutes les planètes se mouvraient dans le même plan. Alors, le nombre des éléments étant réduit à quatre pour chaque planète, le nombre total des équations différentielles séculaires sera $4n$. Mais, dans la recherche de leurs intégrales, on pourra, comme ci-dessus, laisser de côté deux inconnues relatives à chaque planète, savoir, les deux inconnues que nous avons déjà signalées. Donc le nombre total des inconnues pourra être réduit à $2n$, et même à $2n - 2$, eu égard aux deux intégrales générales dont l'une correspondra au principe des forces vives, l'autre au principe des aires. Il y a plus; l'une des longitudes des périhélies pourra encore être éliminée, attendu que les différences seules entre ces longitudes se trouveront renfermées dans la fonction perturbatrice. Donc le nombre des inconnues comprises dans les équations diffé-

rentielles séculaires se trouvera réduit à $2n-3$. Or le nombre $2n-3$ sera précisément l'unité, si l'on a $n=2$. Donc, en supposant les éliminations faites, on obtiendra une équation définitive qui renfermera seulement une inconnue et sa dérivée prise par rapport au temps. D'ailleurs, en vertu d'une semblable équation, le temps pourra être exprimé par une intégrale définie. On peut donc énoncer la proposition suivante :

» L'intégration des équations différentielles séculaires peut être ramenée aux quadratures pour le système de trois corps, savoir, du Soleil et de deux planètes, lorsque ces trois corps se meuvent dans un même plan.

» A la vérité, le théorème précédent suppose les inconnues réduites à une seule par l'élimination ; mais l'élimination dont il s'agit peut en effet s'opérer à l'aide d'intégrales définies, de semblables intégrales étant propres à représenter les racines d'équations algébriques ou même transcendantes, et les fonctions de semblables racines.

» Observons enfin qu'en supposant intégrées les équations différentielles séculaires, on pourrait avec avantage appliquer la théorie de la variation des constantes arbitraires aux nouvelles constantes introduites par cette intégration même.

» Dans un autre article j'examinerai en particulier, sous le rapport de la convergence, les séries que l'on obtient en développant, suivant les puissances ascendantes des excentricités, les intégrales relatives au problème de trois corps qui se meuvent dans un même plan; et je considérerai aussi ce qui arrive lorsque les trois corps sont, non plus le Soleil et deux planètes, mais le Soleil, une planète et un satellite de cette planète. »

CALCUL DES LIMITES. — *Mémoire sur le calcul des limites appliqué de diverses manières à l'intégration des systèmes d'équations différentielles; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Comme nous l'avons déjà dit, l'intégration des systèmes d'équations différentielles d'ordres quelconques est toujours réductible à l'intégration d'un système d'équations différentielles du premier ordre entre une variable indépendante t, qui peut être censée représenter le temps, et diverses inconnues x, y, z... D'ailleurs, étant donné un semblable système, avec les valeurs initiales $\xi, \eta, \zeta,$... de $x, y, z,$..., correspondantes à une valeur particulière τ du temps t, on peut chercher à développer, par la formule de Taylor ou de Maclaurin, les valeurs générales de $x, y, z,$..., ou suivant les puissances ascendantes de la différence $t-\tau$, ou même suivant les puis-

sances ascendantes d'un paramètre α que renfermeraient les équations données, ou enfin suivant les puissances ascendantes d'un paramètre α que l'on introduirait dans ces équations, sauf à lui donner plus tard une valeur numérique en le réduisant, par exemple, à l'unité. On doit surtout remarquer le cas où, en vertu des équations que l'on considère, les dérivées des inconnues, prises par rapport au temps, s'évanouissent toutes avec le paramètre α. Alors les coefficients des diverses puissances de α, dans les séries obtenues, se déduisent les uns des autres par des intégrations relatives à t, dont chacune doit être effectuée, à partir $t=\tau$; et en conséquence, les divers termes des développements se trouvent représentés par des intégrales définies multiples, les fonctions sous le signe $\int$ étant des sommes de produits dont les facteurs variables sont les dérivées de fonctions connues différentiées une ou plusieurs fois par rapport aux variables $x, y, z,\ldots$, et au paramètre α. D'autre part, en vertu du théorème général sur le développement des fonctions, les séries obtenues représenteront effectivement les intégrales des équations données, si le module de la différence $t-\tau$, ou du paramètre α, est tel que, pour ce module ou pour un module plus petit, ces séries ne cessent pas d'être convergentes, ni les valeurs de $D_t x$, $D_t y,\ldots$ que déterminent les équations différentielles, d'être des fonctions continues des variables $x, y, z,\ldots, t$ et du paramètre α. Enfin, la recherche de ces conditions se trouvera toujours réduite, par les théorèmes énoncés dans la Note que renferme le *Compte rendu* de la séance précédente, à l'intégration de certaines équations auxiliaires, dont le système sera compris, comme cas particulier, dans celui des équations différentielles proposées. Donc, pour s'assurer que l'on peut intégrer par séries ces dernières équations, il suffira de s'assurer que l'on peut intégrer par séries les équations auxiliaires, ou, ce qui revient au même, que l'on peut développer en séries convergentes les intégrales des équations auxiliaires, exprimées en termes finis. Il y a plus : les restes des séries, qui représenteront les intégrales des équations auxiliaires, seront des quantités positives supérieures aux modules des restes correspondants des séries qui représenteront les intégrales des équations données; ce qui permettra de fixer une limite supérieure à l'erreur que l'on commettra quand on arrêtera l'une quelconque de ces séries après un certain nombre de termes.

» Dans le présent Mémoire, j'applique les principes que je viens d'exposer, d'abord à des équations différentielles quelconques du premier ordre, puis ensuite à des équations d'une forme particulière et qui méritent une attention spéciale, attendu que leur intégration permet de résoudre un des

problèmes les plus importants de l'astronomie. La méthode analytique, employée jusqu'ici pour la détermination approximative des mouvements planétaires, est fondée, comme l'on sait, sur le développement des éléments variables des ellipses décrites par les planètes en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes des masses de ces mêmes astres. Cette méthode paraît légitime, quand on admet que les séries ainsi formées sont convergentes. Mais il n'était démontré nulle part qu'elles le fussent même pour un temps très-court, et il était nécessaire d'éclaircir ce point sur lequel aucune lumière n'a été répandue par les travaux de nos plus illustres géomètres. A l'aide des formules auxquelles je parviens dans ce nouveau Mémoire, on peut aisément s'assurer que les éléments du mouvement elliptique des planètes sont effectivement développables, suivant les puissances ascendantes des masses, en séries qui resteront convergentes pendant un temps supérieur à une limite dépendante de ces mêmes masses, et dont ces formules déterminent la valeur.

ANALYSE.

» Je me bornerai ici à énoncer les principaux théorèmes auxquels je parviens dans ce nouveau Mémoire, qui sera publié en entier dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*.

» 1[er] *Théorème*. Supposons les n inconnues $x, y, z, \ldots$ assujetties à vérifier, 1° quel que soit le temps t, les équations différentielles

$$D_t x = X, \quad D_t y = Y, \quad D_t z = Z, \ldots,$$

dans lesquelles X, Y, Z,... représentent des fonctions données de

$$x, y, z, \ldots, t;$$

2°. pour $t = \tau$, les conditions

$$x = \xi, \quad y = \eta, \quad z = \zeta, \ldots$$

Soient d'ailleurs ι le module de la différence $t - \tau$, et

$$\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z}, \ldots$$

les modules virtuels d'accroissements imaginaires, attribués dans les fonc-

tions X, Y, Z,... aux valeurs particulières

$$\xi, \ \eta, \ \zeta, \ldots$$

des variables x, y, z,... Soient enfin

$$\mathfrak{X}, \ \mathfrak{Y}, \ \mathfrak{Z}, \ldots$$

les modules virtuels correspondants des fonctions

$$\mathrm{X}, \ \mathrm{Y}, \ \mathrm{Z}, \ldots,$$

ou du moins les plus grandes valeurs que ces modules virtuels puissent acquérir, tandis qu'on fait varier le temps entre les limites τ et t. Les valeurs générales des inconnues pourront être développées par la formule de Maclaurin en séries convergentes ordonnées suivant les puissances ascendantes d'un paramètre α par lequel on multiplierait les fonctions X, Y, Z,..., sauf à le réduire plus tard à l'unité, si l'on peut développer, par le théorème de Lagrange, suivant les puissances ascendantes de ι, la plus petite racine positive $\varkappa$ de l'équation

$$\int_0^{\varkappa} \left(1 - \frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta = \iota,$$

ce qui aura lieu si l'on a

$$\iota < \int_0^{\upsilon} \left(1 - \frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1 - \frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta,$$

et à plus forte raison, si l'on a

$$\iota < \frac{\upsilon}{n+1},$$

υ désignant le plus petit des rapports

$$\frac{\mathrm{x}}{\mathfrak{X}}, \ \frac{\mathrm{y}}{\mathfrak{Y}}, \ \frac{\mathrm{z}}{\mathfrak{Z}}, \ldots.$$

Ajoutons que les valeurs générales des différences

$$x - \xi, \quad y - \eta, \quad z - \zeta, \ldots$$

se trouveront représentées par des séries dont les termes et les restes offriront des modules inférieurs aux termes et aux restes des séries que l'on obtiendrait, si l'on développait suivant les puissances ascendantes de ι les valeurs données pour ces mêmes différences par les formules

$$x-\xi=\mathcal{X}\upsilon,\quad y-\eta=\mathcal{Y}\upsilon,\quad z-\zeta=\mathcal{Z}\upsilon,\dots$$

en prenant pour υ la plus petite racine positive de l'équation

$$\int_0^{\upsilon}\left(1-\frac{\mathcal{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathcal{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathcal{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\dots d\theta=\iota,$$

ou bien encore, en supposant

$$\upsilon=v\left[1-\left(1-\frac{n+1}{v}\iota\right)^{\frac{1}{n+1}}\right].$$

» 2^e *Théorème*. Supposons les inconnues $x, y, z,\dots$ assujetties à vérifier, 1° quel que soit le temps t, les équations différentielles

$$D_t x=X,\quad D_t y=Y,\quad D_t z=Z,\dots,$$

dans lesquelles les fonctions de $x, y, z,\dots, t$, représentées par X, Y, Z,..., s'évanouissent toutes avec un certain paramètre α; 2° pour $t=\tau$, les conditions

$$x=\xi,\quad y=\eta,\quad z=\zeta,\dots.$$

Soient d'ailleurs ι le module de la différence $t-\tau$;

$$\mathrm{x},\ \mathrm{y},\ \mathrm{z},\dots,\ \mathrm{a}$$

les modules virtuels d'accroissements imaginaires attribués, dans les fonctions X, Y, Z,..., aux valeurs ξ, η, $\zeta,\dots$ des variables $x, y, z,\dots$, et au paramètre α. Soient enfin

$$\mathcal{X},\ \mathcal{Y},\ \mathcal{Z},\dots$$

les modules virtuels correspondants des fonctions X, Y, Z,..., ou du moins les plus grandes valeurs que ces modules puissent acquérir quand on y fait varier le temps entre les limites τ et t; et supposons, pour plus de simplicité, le paramètre α positif. On pourra développer, par la formule

de Maclaurin, suivant les puissantes ascendantes de α, les valeurs générales des inconnues x, y, z,..., si l'on peut développer par le théorème de Lagrange, suivant ces mêmes puissances, la plus petite racine positive υ de l'équation

$$\int_0^{\upsilon}\left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta=\frac{\alpha}{\mathrm{a}-\alpha}\,\iota;$$

ce qui aura lieu si l'on a

$$\alpha<\mathrm{a}\left(1+\frac{\iota}{\mathfrak{K}}\right)^{-1},$$

$\mathfrak{K}$ désignant la valeur de l'intégrale

$$\int_0^{\iota}\left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta,$$

et ι le plus petit des rapports

$$\frac{\mathrm{x}}{\mathfrak{X}},\ \frac{\mathrm{y}}{\mathfrak{Y}},\ \frac{\mathrm{z}}{\mathfrak{Z}},\ldots,$$

ou même, à plus forte raison, si l'on a

$$\alpha<\mathrm{a}\left(1+\frac{n+1}{\iota}\right)^{-1}.$$

Ajoutons qu'alors les valeurs générales des différences

$$x-\xi,\quad y-\eta,\quad z-\zeta,\ldots$$

se trouveront représentées par des séries dont les termes et les restes offriront des modules inférieurs aux termes et aux restes correspondants des séries que l'on obtiendrait si l'on développait suivant les puissances ascendantes de α les valeurs données pour ces mêmes différences par les formules

$$x-\xi=\mathfrak{X}\upsilon,\quad y-\eta=\mathfrak{Y}\upsilon,\quad z-\zeta=\mathfrak{Z}\upsilon,\ldots,$$

en prenant pour υ la plus petite racine positive de l'équation

$$\int_0^{\upsilon}\left(1-\frac{\mathfrak{X}}{\mathrm{x}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Y}}{\mathrm{y}}\theta\right)\left(1-\frac{\mathfrak{Z}}{\mathrm{z}}\theta\right)\ldots d\theta=\frac{\alpha}{\mathrm{a}-\alpha}\,\iota,$$

ou du moins en supposant

$$\left[1 - \left(1 - \frac{n+1}{r}\,\frac{a}{\mathrm{a}-a}\,\iota\right)^{\frac{1}{n+1}}\right].$$

» 3^{e} *Théorème.* Supposons les $2n$ inconnues

$$x,\ y,\ z,\ldots,\quad u,\ v,\ w,\ldots$$

assujetties à vérifier, 1° quel que soit le temps t, les $2n$ équations différentielles

$$\begin{array}{lll} D_t x = D_u K, & D_t y = D_v K, & D_t z = D_w K,\ldots, \\ D_t u = D_x K, & D_t v = D_y K, & D_t w = D_z K,\ldots, \end{array}$$

dans lesquelles K désigne une fonction donnée de ces mêmes inconnues et du temps t; 2° pour $t = \tau$, les conditions

$$\begin{array}{lll} x = \xi, & y = \eta, & z = \zeta,\ldots, \\ u = \lambda, & v = \mu, & w = \nu,\ldots \end{array}$$

Soient d'ailleurs ι le module de la différence $t - \tau$;

$$\mathrm{x},\ \mathrm{y},\ \mathrm{z},\ldots,\quad \mathrm{u},\ \mathrm{v},\ \mathrm{w},\ldots$$

les modules d'accroissements imaginaires attribués, dans la fonction K, aux valeurs

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\quad \lambda,\ \mu,\ \nu,\ldots$$

des variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\quad u,\ v,\ w,\ldots$$

Soit enfin $\mathfrak{K}$ le module virtuel correspondant de la fonction K, ou du moins la plus grande valeur que ce module virtuel puisse acquérir quand on y fait varier le temps t entre les limites τ et t. On pourra, sous certaines conditions, développer, par la formule de Maclaurin, les valeurs générales de

$$x-\xi,\quad y-\eta,\quad z-\zeta,\ldots,\quad u-\lambda,\quad v-\mu,\quad w-\nu,\ldots$$

en séries convergentes dont les termes soient de divers ordres par rapport

à la fonction K, c'est-à-dire en séries dont les divers termes deviennent respectivement proportionnels aux diverses puissances de α, quand on remplace K par αK. En effet, les développements dont il s'agit seront convergents, si l'on peut développer par le théorème de Lagrange, suivant les puissances ascendantes de ι, la plus petite racine positive $\varkappa$ de l'équation

$$\int_0^{\varkappa} \left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{ux}}\right)\left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{vy}}\right)\left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{wz}}\right) \ldots d\theta = 2\mathcal{K}\iota,$$

ce qui aura lieu si l'on a

$$\iota < \frac{1}{2\mathcal{K}} \int_0^{\upsilon} \left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{ux}}\right)\left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{vy}}\right)\left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{wz}}\right) \ldots d\theta,$$

désignant le plus petit des produits

$$\mathrm{ux},\ \mathrm{vy},\ \mathrm{wz},\ldots,$$

ou même, à plus forte raison, si l'on a

$$\iota < \frac{1}{2(n+1)} \frac{\upsilon}{\mathcal{K}},$$

n désignant le nombre de ces mêmes produits. Ajoutons qu'alors les termes et les restes des séries dont les sommes représenteront les valeurs générales des différences

$$x - \xi,\quad y - \eta,\quad z - \zeta, \ldots,\ u - \lambda,\ v - \mu,\ w - \nu, \ldots,$$

offriront des modules inférieurs aux termes et aux restes correspondants des séries que l'on obtiendrait si l'on développait, suivant des puissances ascendantes de ι, les valeurs données, pour ces mêmes différences, par le système des formules

$$\frac{x-\xi}{\mathrm{x}} = \frac{u-\lambda}{\mathrm{u}} = 1 - \left(1 - \frac{\varkappa}{\mathrm{ux}}\right)^{\frac{1}{2}},\quad \frac{y-\eta}{\mathrm{y}} = \frac{v-\mu}{\mathrm{v}} = 1 - \left(1 - \frac{\varkappa}{\mathrm{vy}}\right)^{\frac{1}{2}}, \text{ etc.},$$

$\varkappa$ désignant toujours la plus petite racine positive de l'équation

$$\int_0^{\varkappa} \left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{ux}}\right)\left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{vy}}\right)\left(1 - \frac{\theta}{\mathrm{wz}}\right) \ldots d\theta = 2\mathcal{K}\iota,$$

ou du moins par la formule

$$\frac{x-\xi}{\mathrm{x}} = \frac{y-\eta}{\mathrm{y}} = \ldots = \frac{u-\lambda}{\mathrm{u}} = \frac{v-\mu}{\mathrm{v}} = \ldots = 1 - \left[1 - \frac{2(n+1)}{\mathfrak{r}}\,\mathfrak{X}_l\right]^{\frac{1}{2(n+1)}}.$$

» 4° *Théorème.* Supposons que des inconnues, partagées en l groupes distincts, se trouvent, dans chacun de ces groupes, en nombre égal à $2n$, et soient représentées, dans le premier groupe, par

$$x_1,\ y_1,\ z_1,\ldots,\ u_1,\ v_1,\ w_1,\ldots;$$

dans le second groupe, par

$$x_2,\ y_2,\ z_2,\ldots,\ u_2\ v_2,\ w_2,\ldots,$$

etc. Supposons encore que les inconnues comprises dans chaque groupe se trouvent assujetties à vérifier, quel que soit le temps t, $2n$ équations différentielles de la forme

$$\begin{array}{lll} D_t x = D_u K, & D_t y = D_v K, & D_t z = D_w K,\ldots, \\ D_t u = D_x K, & D_t v = D_y K, & D_t w = D_z K,\ldots, \end{array}$$

les lettres

$$x,\ y,\ z,\ldots,\quad u,\ v,\ w,\ldots,$$

non affectées d'indices, étant ici employées pour représenter les inconnues qui appartiennent à l'un quelconque des groupes, et K étant une fonction donnée de toutes les variables

$$x_1,\ y_1,\ z_1,\ldots,\ u_1,\ v_1,\ w_1,\ldots;\quad x_2,\ y_2,\ z_2,\ldots,\ u_2,\ v_2,\ w_2,\ldots,\ t.$$

Le nombre total des équations différentielles sera, comme le nombre des inconnues, égal au produit $2nl$: et, si l'on nomme

$$\xi_1,\ \eta_1,\ \zeta_1,\ldots,\ \lambda_1,\ \mu_1,\ \nu_1,\ldots;\quad \xi_2,\ \eta_2,\ \zeta_2,\ldots,\ \lambda_2,\ \mu_2,\ \nu_2\ldots.$$

les valeurs initiales des inconnues, c'est-à-dire leurs valeurs correspondantes à une valeur particulière τ de la variable t, on pourra sous certaines conditions développer, par la formule de Maclaurin, les valeurs générales des inconnues en séries de termes qui soient de divers ordres relativement

à la fonction K, et qui deviennent respectivement proportionnels aux diverses puissances de α, quand on remplace K par αK. Supposons d'ailleurs la fonction K décomposée, par une équation de la forme

$$K = K_{1,2} + K_{1,3} + \ldots + K_{2,3} + \ldots,$$

en diverses parties dont la première $K_{1,2}$ dépende uniquement du temps t et des inconnues qui portent l'indice 1 ou l'indice 2, la seconde $K_{1,3}$ du temps t et des inconnues qui portent l'indice 1 ou l'indice 3, etc. Soit ι le module de $t - \tau$; soient encore

$$\mathrm{x},\ \mathrm{y},\ \mathrm{z}, \ldots,\ \mathrm{u},\ \mathrm{v},\ \mathrm{w}, \ldots$$

des quantités positives propres à représenter des modules virtuels d'accroissements imaginaires, attribués, dans les diverses parties de la fonction K, aux valeurs

$$\xi_1,\ \eta_1,\ \zeta_1, \ldots,\ \lambda_1,\ \mu_1,\ \nu_1, \ldots$$

des inconnues

$$x_1,\ y_1,\ z_1, \ldots,\ u_1,\ v_1,\ w_1, \ldots,$$

ou bien aux valeurs

$$\xi_2,\ \eta_2,\ \zeta_2, \ldots,\ \lambda_2,\ \mu_2,\ \nu_2, \ldots$$

des inconnues

$$x_2,\ y_2,\ z_2, \ldots,\ u_2,\ v_2,\ w_2, \ldots$$

ou bien, etc. Soient enfin

$$\mathfrak{K}_{1,2},\ \mathfrak{K}_{1,3}, \ldots,\ \mathfrak{K}_{2,3}, \ldots$$

les modules correspondants des fonctions

$$K_{1,2},\ K_{1,3}, \ldots,\ K_{2,3}, \ldots,$$

ou du moins les plus grandes valeurs que ces modules puissent acquérir, quand on y fait varier le temps entre les limites τ, t; et nommons

$$\mathfrak{K}$$

le plus grand des modules $\mathfrak{K}_{1,2}$, $\mathfrak{K}_{1,3}, \ldots$, $\mathfrak{K}_{2,3}, \ldots$ Pour que les développements des inconnues, déduits, comme il a été dit ci-dessus, du théorème

de Maclaurin, soient convergents, il suffira que l'on puisse développer suivant les puissances ascendantes de ι la plus petite racine positive $\varkappa$ de l'équation

$$\int_0^{\varkappa}\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{ux}}\right)^2\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{vy}}\right)^2\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{wz}}\right)^2\ldots\, d\theta = 2(l-1)\mathcal{X}\iota,$$

ce qui aura lieu si l'on a

$$\iota < \frac{1}{2(l-1)\mathcal{X}}\int_0^{\upsilon}\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{ux}}\right)^2\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{vy}}\right)^2\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{wz}}\right)^2\ldots\, d\theta,$$

υ étant le plus petit des produits

$$\mathrm{ux},\ \mathrm{vy},\ \mathrm{wz},\ldots,$$

et à plus forte raison, si l'on a

$$\iota < \frac{1}{2(l-1)\,(2n+1)}\,\frac{\upsilon}{\mathcal{X}}.$$

Ajoutons que les termes et les restes des séries dont les sommes représenteront les valeurs générales des différences

$$x_1-\xi_1,\ y_1-\eta_1,\ z_1-\zeta_1,\ldots,\ u_1-\lambda_1,\ v_1-\mu_1,\ w_1-\nu_1,\ldots;$$
$$x_2-\xi_2,\ y_2-\eta_2,\ z_2-\zeta_2,\ldots,\ u_2-\lambda_2,\ v_2-\mu_2,\ w_2-\nu_2,\ldots$$

offriront des modules inférieurs aux termes et aux restes correspondants des séries que l'on obtiendrait si l'on développait, suivant les puissances ascendantes de ι, les valeurs données pour ces mêmes différences par les formules

$$\frac{x_1-\xi_1}{\mathrm{y}} = \frac{x_2-\xi_2}{\mathrm{x}} = \ldots = \frac{u_1-\lambda_1}{\mathrm{u}} = \frac{u_2-\lambda_2}{\mathrm{u}} = \ldots = 1-\left(1-\frac{\varkappa}{\mathrm{ux}}\right)^{\frac{1}{2}},$$
$$\frac{y_1-\eta_1}{\mathrm{y}} = \frac{y_2-\eta_2}{\mathrm{y}} = \ldots = \frac{v_2-\mu_1}{\mathrm{v}} = \frac{v_2-\mu_2}{\mathrm{v}} = \ldots = 1-\left(1-\frac{\varkappa}{\mathrm{vy}}\right)^{\frac{1}{2}},$$

etc.,

$\varkappa$ désignant toujours la plus petite racine positive de l'équation

$$\int_0^{\varkappa}\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{ux}}\right)^2\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{vy}}\right)^2\left(1-\frac{\theta}{\mathrm{wz}}\right)^2\ldots\, d\theta = 2(l-1)\mathcal{X}\iota,$$

ou du moins les valeurs données par la formule

$$\frac{x_1-\xi_1}{\mathrm{x}}=\frac{x_2-\xi_2}{\mathrm{x}}=\ldots=\frac{u_1-\lambda_1}{\mathrm{u}}=\frac{u_2-\lambda_2}{\mathrm{u}}=\ldots$$

$$=\frac{y_1-\eta_1}{\mathrm{y}}=\frac{y_2-\eta_2}{\mathrm{y}}=\ldots=\frac{v_1-\mu_1}{\mathrm{v}}=\frac{v_2-\mu_2}{\mathrm{v}}=\ldots$$

$$=\text{etc}\ldots=1-\left\{1-\frac{2(l-1)(2n+1)}{v}\,\mathfrak{K}\iota\right\}^{\frac{1}{2(2n+1)}}.$$

» 5$^{\text{e}}$ *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le théorème 3 ou 4, la convergence des séries dont les sommes représenteront les valeurs des inconnues sera encore assurée, sous les conditions énoncées dans ces théorèmes, si chaque système d'équations différentielles est de la forme

$$\begin{aligned}
&D_t x = D_u K, \quad D_t y = D_v K, \quad D_t z = D_w K, \ldots, \\
&D_t u = -D_x K, \quad D_t v = -D_y K, \quad D_t w = -D_z K, \ldots;
\end{aligned}$$

ou même si, dans le passage d'un système d'équations différentielles à un autre, les diverses parties de la fonction

$$K = K_{1,2} + K_{1,3} + \ldots + K_{2,3} + \ldots$$

se trouvent modifiées. Seulement, dans cette dernière hypothèse, on devra prendre pour $\mathfrak{K}$ la plus grande des diverses valeurs que pourront acquérir les modules virtuels

$$\mathfrak{K}_{1,2},\ \mathfrak{K}_{1,3},\ldots,\ \mathfrak{K}_{2,3},\ldots,$$

eu égard aux modifications dont il s'agit.

» Comme je l'ai prouvé dans un autre Mémoire (voir le *Compte rendu* de la séance du 21 septembre 1840), la théorie de la variation des constantes arbitraires fournira en astronomie des équations différentielles semblables à celles qui sont indiquées dans le théorème 5, si l'on prend pour éléments du mouvement elliptique d'une planète l'époque du passage de cette planète au périhélie, la longitude du périhélie et l'angle formé par un axe fixe avec la ligne des nœuds, en remplaçant d'ailleurs l'excentricité par le moment linéaire de la vitesse, l'inclinaison de l'orbite sur un plan fixe par la projection de ce moment linéaire sur le même plan, et le demi grand axe de l'orbite par la force vive correspondante à l'instant où la planète passe par l'extrémité du petit axe. Donc le 5$^{\text{e}}$ théorème peut être

immédiatement appliqué aux développements des éléments elliptiques en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes des masses des planètes, et il fournit, avec une limite inférieure au temps pendant lequel les séries demeureront convergentes, des limites supérieures aux restes qui compléteront les mêmes séries arrêtées chacune après un certain nombre de termes. C'est, au reste, ce que nous expliquerons plus en détail dans un nouvel article. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Note sur une loi de réciprocité qui existe entre deux systèmes de valeurs de variables assujetties à vérifier des équations différentielles du premier ordre, et sur un théorème relatif à ces mêmes équations; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Soient données des équations différentielles du premier ordre entre une variable indépendante t qui pourra être censée représenter le temps, et diverses inconnues $x, y, z, \ldots$ Si l'on nomme

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots$$

les valeurs initiales des inconnues, c'est-à-dire leurs valeurs particulières correspondantes à une valeur particulière τ du temps t, les intégrales générales des équations différentielles fourniront les valeurs générales des inconnues en fonction de la variable t, et des valeurs initiales de toutes les variables. Mais comme le système des valeurs initiales

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \tau$$

peut être lui-même l'un quelconque des systèmes de valeurs qu'admettent les variables

$$x, y, z, \ldots t,$$

il en résulte que dans les intégrales générales des équations différentielles données, et dans toutes les formules déduites de ces intégrales, on peut échanger entre eux le système des valeurs initiales des variables et le système de leurs valeurs générales. Cette loi de réciprocité se trouve déjà indiquée dans mon Mémoire lithographié de 1835, et sa démonstration rigoureuse peut aisément se déduire des principes établis dans ce Mémoire.

» La considération des valeurs initiales dés inconnues qui doivent vérifier un système d'équations différentielles du premier ordre fournit encore

le moyen d'établir un théorème digne de remarque, et qui comprend comme cas particulier le beau théorème de M. Poisson relatif à la variation des constantes arbitraires. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» Supposons que, les inconnues étant de deux espèces, on fasse correspondre à chaque inconnue de première espèce une inconnue de seconde espèce, et que la dérivée de chaque inconnue, prise par rapport au temps, se réduise, en vertu des équations différentielles données, à la dérivée partielle d'une certaine fonction différentiée par rapport à l'inconnue correspondante, et prise avec le signe — ou avec le signe +, suivant que cette inconnue est de première ou de seconde espèce. Supposons encore qu'après avoir intégré les équations proposées, on forme une fonction différentielle alternée avec les dérivées partielles des inconnues prises par rapport à deux constantes arbitraires introduites par l'intégration. Comme je l'ai remarqué dans un Mémoire présenté à l'Académie de Turin en octobre 1831, la dérivée de cette fonction différentielle, prise par rapport au temps, sera nulle, et, par suite, cette fonction sera indépendante du temps. Il y a plus, si les deux constantes arbitraires représentent les valeurs initiales de deux inconnues, la valeur initiale et par suite la valeur générale de la fonction différentielle alternée se réduiront évidemment à l'unité ou à zéro, suivant qu'il s'agira ou non de deux inconnues correspondantes l'une à l'autre. Or, en partant de cette dernière proposition, et en observant que toute constante arbitraire introduite par l'intégration se réduit nécessairement à une certaine fonction des valeurs initiales des inconnues, on démontre facilement le nouveau théorème déjà établi dans le Mémoire de 1831, mais par une méthode qui, suivant la judicieuse observation de l'un de nos plus savants confrères, n'était pas à l'abri de toute objection. Ce nouveau théorème offre d'ailleurs, relativement à l'intégration des intégrations différentielles proposées, les avantages que M. Jacobi a signalés dans le théorème de M. Poisson. Suivant la remarque de l'illustre auteur de la *Nouvelle Théorie des fonctions elliptiques*, un nombre quelconque de points matériels étant tirés par des forces et soumis à des conditions telles que le principe de la conservation des forces vives ait lieu, si l'on connaît, outre l'intégrale fournie par ce principe, deux autres intégrales, on en peut déduire une troisième d'une manière directe, et sans même employer les quadratures. Or, eu égard au nouveau théorème, la même remarque s'applique à tous les systèmes d'équations différentielles qui se présentent sous la forme que j'ai précédemment indiquée. »

MÉCANIQUE GÉNÉRALE. — *Sur un nouveau principe général de la Mécanique analytique; par* M. JACOBI, Correspondant de l'Académie des Sciences à Kœnigsberg.

« On peut faire, à l'égard des différents problèmes relatifs au mouvement d'un système de points matériels, traités jusqu'ici, une remarque importante et curieuse : *Toutes les fois que les forces sont des fonctions des seules coordonnées des mobiles, et que l'on est parvenu à réduire le problème à l'intégration d'une équation différentielle du premier ordre à deux variables, on réussit aussi à réduire celle-ci aux quadratures.* Or je suis parvenu à établir cette remarque en thèse générale, ce qui me paraît fournir un nouveau principe de mécanique. Ce principe, de même que les autres principes généraux de la mécanique, fait connaître une intégrale, mais avec cette différence, que ceux-ci donnent seulement des intégrales premières des équations différentielles dynamiques, tandis que le nouveau principe conduit à la dernière intégrale. Celui-ci jouit d'une généralité bien supérieure à celle des autres principes, puisqu'il s'applique au cas où les expressions analytiques des forces, ainsi que les équations qui expriment la nature du système, renferment les coordonnées des mobiles d'une manière quelconque. De leur côté, le principe de la conservation des forces vives, celui de la conservation des aires et celui de la conservation du centre de gravité, l'emportent, à plusieurs égards, sur le nouveau principe. D'abord ces principes offrent une équation finie entre les coordonnées des mobiles et les composantes mêmes de leurs vitesses, pendant que l'intégrale fournie par le nouveau principe exige encore des quadratures. En second lieu, on suppose, dans l'application de ce même principe, que l'on soit déjà parvenu à découvrir toutes les intégrales, hormis une seule, hypothèse qui ne se réalisera que dans bien peu de problèmes. Mais cette circonstance ne saurait diminuer l'importance du nouveau principe, et c'est ce dont on demeurera convaincu, j'espère, par son application à quelques exemples.

» 1°. Considérons l'orbite que décrit une planète dans son mouvement autour du Soleil. Les équations différentielles à intégrer étant du second ordre, on peut les réduire à la forme d'équations différentielles du premier ordre, en introduisant les différentielles premières prises pour nouvelles variables. De cette manière, la détermination de l'orbite de la planète dépendra de l'intégration de trois équations différentielles du pre-

mier ordre entre quatre variables, dont on trouve deux intégrales par le principe des forces vives et celui des aires; ce qui ramène la question à l'intégration d'une seule équation différentielle entre deux variables et du premier ordre. Or, d'après mon théorème général, cette intégration peut être réduite aux quadratures. Donc, si on veut le ranger parmi les autres principes généraux de la mécanique, il en résultera que ces seuls principes suffisent pour ramener la détermination de l'orbite d'une planète aux quadratures.

» 2°. Considérons le mouvement d'un point attiré, d'après la loi de Newton, vers deux centres fixes. La vitesse initiale étant dirigée dans le plan qui passe par le mobile et les deux centres d'attraction, on aura encore à intégrer trois équations différentielles du premier ordre entre quatre variables. Une intégrale de ces équations étant fournie par le principe des forces vives, Euler en a découvert une seconde, et, par là, il est parvenu à ramener le problème à une équation différentielle du premier ordre entre deux variables. Mais cette équation fut tellement compliquée, que tout autre que cet intrépide géomètre aurait reculé devant l'idée d'en entreprendre l'intégration et de la réduire aux quadratures. Or, d'après mon nouveau principe, cette réduction aurait été obtenue par une règle générale, sans tâtonnement, sans aucun effort d'esprit.

» 3°. Considérons encore le fameux problème du mouvement rotatoire d'un corps solide autour d'un point fixe, le corps n'étant animé par aucune force accélératrice. Dans ce problème, on aura à intégrer cinq équations différentielles du premier ordre entre six variables. Le principe des forces vives en donne une intégrale, celui des aires en fournit trois autres, la cinquième se déduit immédiatement de mon principe. Voilà donc toutes les intégrales de ce problème difficile obtenues par les seuls principes généraux de la mécanique, sans qu'on ait besoin d'écrire une seule formule, ou de faire même le choix des variables.

» Ces exemples me paraissent suffire pour faire admettre le nouveau théorème au nombre des principes généraux de la dynamique. J'essayerai à présent d'énoncer la règle même au moyen de laquelle la dernière intégration à effectuer, dans les problèmes de la mécanique, se trouve être réduite aux quadratures, les forces étant toujours des fonctions des seules coordonnées.

» Supposons d'abord un système quelconque de points matériels entièrement libres. Soit $f' =$ const. une première intégrale des équations du mouvement, les variables qui entrent dans la fonction f' étant les coor-

données des mobiles et leurs différentielles premières prises par rapport au temps. Je profite de l'équation

$$f' = \text{const.}$$

pour éliminer l'une quelconque des variables, et je nomme p' la différence partielle de f' prise par rapport à cette variable. Soit $f'' = \text{const.}$ une seconde intégrale; au moyen de cette équation j'élimine une seconde variable, et je nomme p'' la différence partielle de f'' prise par rapport à cette variable. Supposons que l'on connaisse toutes les intégrales du problème hormis une seule, et que, par rapport à chaque intégrale $f = \text{const.}$, on cherche la quantité correspondante p, c'est-à-dire la différence partielle de f, prise par rapport à la variable que l'on élimine au moyen de cette intégrale. Le nombre des variables surpassant d'une unité celui des intégrales, si l'on élimine, au moyen de chaque intégrale, une variable distincte, on parviendra à exprimer toutes les variables par deux d'entre elles. Nommons ces deux variables x et y, et soient x' et y' leurs différentielles premières prises par rapport au temps; on exprimera, en x et y, les quantités x' et y', ainsi que toutes les quantités p', p'', etc. Comme x' et y' sont les différences premières de x et de y prises par rapport au temps, on aura l'équation

$$y'dx - x'dy = 0,$$

où x' et y' sont des fonctions connues des deux variables x et y. C'est cette équation différentielle, la dernière de toutes, qu'il faut intégrer pour avoir la solution complète du problème. Or je prouve qu'en divisant cette équation par le produit des quantités p', p'', etc., son premier membre devient une différentielle exacte, ce qui réduit généralement l'intégration de cette équation aux quadratures.

» Lorsque le système des points matériels est quelconque, la simplicité du théorème précédent n'est altérée en aucune manière, pourvu qu'on donne aux équations différentielles dynamiques la forme remarquable sous laquelle elles ont été présentées, pour la première fois, par M. Hamilton, et qui devra être désormais adoptée dans toutes les recherches générales relatives à la Mécanique analytique. Il est vrai que les formules de M. Hamilton se rapportent seulement au cas où les composantes des forces sont les différences partielles d'une même fonction des coordonnées; mais il n'a pas été difficile de faire les changements nécessaires pour que ces formules devins-

sent applicables au cas général où les forces sont des fonctions quelconques des coordonnées.

» Lorsque le temps entre explicitement dans les expressions analytiques des forces et dans les équations de conditions du système, le principe du dernier multiplicateur, déduit d'une règle générale, s'applique aussi à cette classe de problèmes dynamiques. Il y a même quelques problèmes particuliers qui, bien qu'on tienne compte de la résistance d'un milieu, donnent lieu à de semblables théorèmes : c'est, par exemple, le cas d'une comète tournant autour du Soleil dans un milieu dont la résistance est proportionnelle à une puissance quelconque de la vitesse de cette comète.

» L'analyse qui m'a conduit au nouveau principe général de mécanique analytique que je viens d'avoir l'honneur de communiquer à cette illustre assemblée, peut être appliquée à un grand nombre de questions de calcul intégral. J'ai réuni ces différentes applications dans un Mémoire étendu que j'espère pouvoir publier dès mon retour à Kœnigsberg, et dont je m'empresserai de faire hommage à l'Académie aussitôt qu'il aura été imprimé. »

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. AMÉDÉE BURAT, *intitulé:* Description géologique du bassin houiller de Saône-et-Loire.

(Commissaires, MM. Brongniart, Adolphe Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy rapporteur.)

« Dans nos sociétés modernes, où l'industrie joue un si grand rôle, les recherches de houille excitent toujours l'attention publique. La découverte d'une mine de charbon de terre, riche et dont les produits sont d'un facile transport, est presque une conquête nationale. Saint-Étienne, simple village il y a cinquante ans, grandit chaque jour avec l'extension que prennent ses travaux souterrains; et l'Angleterre elle-même doit sa supériorité commerciale à l'abondance de ses mines de charbon, qu'elle nomme *les Indes noires*.

» Tous les travaux qui peuvent conduire à la connaissance exacte des gisements houillers sont donc d'une utilité réelle et générale. Sous ce rapport, le Mémoire de M. *Amédée Burat*, dont nous venons rendre compte à l'Académie, présente un véritable intérêt, en faisant connaître avec détail

le bassin houiller de Saône-et-Loire, qu'il a exploré pendant plusieurs années, soit comme géologue, soit comme ingénieur; mais, outre l'intérêt, pour ainsi dire matériel, qui s'attache au travail de M. Burat, il contient des recherches scientifiques sur la formation de la houille et sur la composition mécanique de ce combustible minéral, dignes de fixer l'attention de l'Académie, et qui suffiraient seules pour mériter à son auteur le suffrage des savants. Pour en donner une idée, nous suivrons la marche adoptée par M. Burat.

» Nous commencerons avec lui par faire remarquer que l'on suppose presque toujours une trop grande régularité aux terrains houillers. La houille forme, dans certains cas, des couches continues et d'une épaisseur à peu près uniforme sur de grandes longueurs, comme cela a lieu dans les bassins de Newcastle, en Angleterre, de la Belgique et du nord de la France; mais ce fait ne doit pas être généralisé : il faut, sous ce rapport, distinguer deux classes de terrains houillers, séparés d'une manière nette les uns des autres, savoir : le terrain houiller de haute mer, et ceux qui ont été déposés dans des lacs; c'est à cette seconde classe que l'on doit rapporter la plupart des bassins houillers de la France. Ils sont en général circonscrits de tous côtés, et si, sur une carte géologique, on les coloriait en bleu, ils simuleraient les lacs qui font un des ornements des pays de montagnes.

» Ces bassins houillers, quoique isolés les uns des autres, appartiennent à une même époque géologique. Lorsque la série des couches est complète, ils reposent sur les terrains de transition désignés sous le nom de *dévonien*, et partout ils sont inférieurs au *grès rouge;* il résulte de leur isolement une certaine indépendance dans leur allure. L'étude d'un bassin houiller éclaire sur la nature de ceux qui existent dans la même contrée, mais elle ne fait connaître ni la disposition de leurs couches, ni la nature de leur combustible, et toutes ces données, si importantes à la science et à l'industrie, varient d'une localité à une autre. Les bassins houillers circonscrits offrent encore une circonstance particulière, c'est que souvent la houille ne constitue pas de couches continues, de sorte que, quoique formés par la voie neptunienne, les combustibles échappent dans ce cas aux lois si régulières et si remarquables de la stratification, lois qui ont permis d'asseoir sur des bases certaines la géologie moderne, et de transformer la théorie des soulèvements en un des faits les mieux constatés.

» Cette circonstance, trop souvent méconnue, a entraîné dans de grandes erreurs sur le calcul de la richesse des terrains houillers, que l'on

établit généralement en attribuant aux couches de houille une puissance moyenne que l'on cube ensuite dans toute l'étendue du terrain.

» Le bassin houiller de Saône-et-Loire appartient à la classe des bassins lacs; il est déposé dans une vaste cavité ouverte dans le terrain ancien de la Bourgogne, et l'on voit sur tout son pourtour les couches de grès reposer sur les parois granitiques du vase qui les renferme. Sa forme est celle d'une ellipse allongée du nord-est au sud-ouest, dont le grand axe, depuis Saint-Léger-sur-d'Heune jusqu'à Beauchamp, est de 60000 mètres, et le petit axe, depuis les houillères de Lucy jusqu'à celles de Saint-Eugène, de 16000 mèt.

» Sur toute cette superficie le terrain houiller ne se montre à découvert que sur le périmètre du bassin, formant ainsi une zone ellipsoïdale large au plus de 2000 mètres et marquant les limites du terrain houiller, ainsi que celles des roches primitives qui l'encaissent. La partie centrale est recouverte par des grès et des conglomérats, dépendants de la formation du trias; mais, partout où ce terrain supérieur a été percé, la formation houillère a été reconnue.

» La plus grande partie du pourtour de cette zone ellipsoïdale a été explorée par des travaux de recherches, et il y existe de nombreuses mines. Les exploitations du Creusot, qui ont donné naissance aux premières forges anglaises construites en France, et à la célèbre cristallerie du mont Cénis, sont sur le bord nord du bassin; les mines de Montchanin et de Blanzy, si remarquables par la puissance des masses de charbon de terre qu'on y exploite, existent sur le bord sud. Une circonstance qui a toujours fixé l'attention des exploitants, c'est que les couches du Creusot, c'est-à-dire celles situées au nord du bassin, plongent vers le sud, et que l'inclinaison des couches de houille de la lisière sud est au contraire vers le nord; il en résulte que ces couches se regardent et qu'elles semblent s'appuyer sur les bords du vase primaire qui les renferme. Cette disposition a fait généralement penser que les couches de houille étaient continues, qu'elles affectaient la même forme que le bassin; que les exploitations, placées sur les bords, étaient ouvertes sur les affleurements des mêmes couches; enfin que des puits placés au centre de la vaste ellipse de terrain houiller atteindraient ces couches à une certaine profondeur. Si cette continuité vient à se vérifier, la richesse houillère du bassin de Saône-et-Loire, déjà considérable, serait immense, et la marche des travaux à faire serait toute tracée; mais c'est précisément cette continuité que M. Amédée Burat vient attaquer: déjà nous-même nous n'avions pas cru devoir l'admettre complétement dans la description des terrains houillers que nous

surface et de 2 millimètres d'épaisseur; 2° que la plus belle futaie ne renferme pas plus de carbone qu'une couche de houille de la même étendue et de 6 millimètres de puissance (1). Un siècle de végétation forestière, dans

(1) Voici un exemple des calculs très-simples qui me conduisent à ces nombres. La pesanteur spécifique de la houille est moyennement de 1,30; celle des bois dont nos forêts se composent peut être évaluée en moyenne à 0,70.

De là il résulte que si l'on concevait que du bois fût condensé de manière à acquérir la densité de la houille, son volume se réduirait dans le rapport de 130 à 70, ou de 1 à 0,5385.

De plus le bois ne renferme pas, à poids égal, autant de carbone que la houille, ce qui exige une nouvelle réduction.

D'après les analyses de M. Regnault, les diverses houilles contiennent généralement entre 90 et 80 pour 100 de carbone; moyenne, 85 pour 100.

Le bois vert contient moyennement environ 36 pour 100 de carbone.

D'après cela, si un poids donné de bois pouvait être changé en houille, sans perte de carbone, il se réduirait dans le rapport de 1 à $\frac{36}{85}$ ou de 1 à 0,4235.

Si donc une couche de bois, sans interstices, pouvait être changée en houille, sans perte de carbone, son épaisseur diminuerait dans le rapport de 1 à $0,5385 \times 0,4235 = 0,2280$.

La quantité de matière ligneuse contenue dans un hectare de forêt est variable, et il est difficile d'en donner une valeur moyenne exacte. Je prends comme exemple le département des Ardennes, où M. Sauvage, ingénieur des mines à Mézières, évalue à 180 stères le produit d'un hectare de taillis de vingt-cinq ans entièrement coupé, sans laisser aucune réserve. Le poids de chaque stère de bois d'essences mélangées serait (eu égard aux vides) d'environ 330 kilogrammes, ce qui donnerait pour l'hectare entier 59400 kilogrammes; en admettant une pesanteur spécifique moyenne de 0,70, cela donnerait 84,86 mètres cubes de bois, qui pourraient former sur toute la surface de l'hectare une couche continue et sans interstices de $0^m,008486$ d'épaisseur.

Transformée en houille d'après les évalutions précédentes, cette couche de bois reviendrait à une couche de houille de $0^m,008486 \times 0,2280 = 0^m,001935$ ou environ *deux millimètres* d'épaisseur.

Il est probable que la plupart des futaies ne renferment pas trois fois autant de matière ligneuse qu'un taillis de vingt-cinq ans bien garni; par conséquent la plupart des futaies doivent contenir moins de carbone qu'une couche de houille de même étendue et de 6 millimètres d'épaisseur.

Il existe probablement peu de futaies, même parmi les plus épaisses, qui contiennent autant de carbone qu'une couche de houille de même étendue et d'un centimètre d'épaisseur. La surface des terrains houillers reconnus en France forme $\frac{1}{214}$ de la surface totale du territoire. Si l'on tient compte de la stérilité de certains terrains, on verra qu'une futaie de la plus belle venue possible qui couvrirait la France entière serait loin de contenir autant de carbone qu'une couche de houille de 2 mètres d'épaisseur étendue dans les seuls bassins houillers connus.

des circonstances très-favorables, pourrait produire sur place, au plus, par sa transformation, 16 millimètres de houille. Cette hypothèse exige un laps de temps considérable pour la formation des puissantes couches de houille dont le bassin de Saône-et-Loire nous offre des exemples ; mais elle ne renferme en elle-même aucune des impossibilités qui accompagnent la supposition qui les attribue à l'enfouissement d'immenses radeaux de bois échoués dans les lieux où sont situés les dépôts de combustible fossile. Cette supposition est au contraire en rapport avec les autres lois de la nature, car si la géologie est obligée d'invoquer à son secours la succession des siècles pour expliquer le dépôt des couches de sédiment, l'astronomie ne doit-elle pas regarder l'espace comme infini pour l'explication des admirables phénomènes qu'elle nous dévoile?

» Aux déductions de M. Adolphe Brongniart et de M. Élie de Beaumont, M. Burat a ajouté d'autres preuves puisées dans la composition mécanique de la houille : « Les végétaux, dit-il, abandonnés à une décomposition » spontanée, ne peuvent laisser aucune trace, aucune empreinte de leurs » formes; cette complète destruction résulte du fait même de la décompo-

---

Ces résultats, qui, je le répète, sont de simples approximations, suffisent cependant pour donner une haute idée du phénomène, quel qu'il soit, par suite duquel a eu lieu l'accumulation de matière végétale nécessaire pour produire une couche de houille ayant 1 mètre, 2 mètres, et jusqu'à 30 mètres d'épaisseur, comme celle du bassin houiller de l'Aveyron.

La question de savoir comment ce carbone a pu s'accumuler exerce les géologues depuis longtemps. On a quelquefois supposé que les couches de houille pouvaient résulter de l'enfouissement de radeaux de bois flotté; mais les calculs précédents conduisent à reconnaître que ces radeaux devraient avoir eu une épaisseur énorme et tout à fait inadmissible.

Le bois, lorsqu'on le coupe en bûches d'une longueur uniforme, et qu'on le range en stères, présente de nombreux interstices qu'on évalue à plus des $\frac{38}{123}$ du volume total; de sorte que le bois n'en remplit réellement que les $\frac{90}{128}$. Pour des branchages, la somme des vides est encore plus grande. Dans un radeau naturel, les troncs ne pourraient être aussi bien rangés que dans du bois en stères, et l'on peut supposer sans exagération qu'un radeau naturel renfermerait $\frac{64}{128}$, ou la moitié de son volume de vide : par conséquent un pareil radeau, s'il pouvait se réduire en houille, sans aucune perte de carbone, en donnerait une couche dont l'épaisseur serait $\frac{1}{2} \times 0,2280$ ou $0,1140$, c'est-à-dire moins du *huitième* de la sienne. Ainsi une couche de houille épaisse d'un mètre supposerait un radeau de $8^m,76$ d'épaisseur; une couche de houille de 2 mètres supposerait un radeau de $17^m,52$; une couche de houille de 30 mètres supposerait un radeau de 263 mètres. Il faut en outre remarquer que la houille provient de végétaux qui, comme

» sition, et il ne peut y avoir empreinte que lorsque les végétaux encore
» existants ont été saisis, moulés par une pâte indécomposable qui en a
» conservé les principaux traits. C'est par cette raison que les feuillets de
» schistes dus aux causes sédimentaires sont réellement les pages qui nous
» révèlent l'histoire de la végétation de l'ancien monde. Mais comme la
» plus grande partie des houilles contient plus de cendres qu'il n'y en
» avait dans les végétaux dont elles ont été formées; comme dans un très-
» grand nombre de couches on trouve de petits lits de schistes intercalés,
» il est évident que cette action sédimentaire a continué en même temps
» que se faisait l'accumulation de la matière végétale. »

» C'est dans la disposition de ces matières additionnelles que M. Burat a cherché et trouvé une preuve de la double origine qu'il attribue aux terrains houillers. La plupart des charbons sont ordinairement trop friables pour permettre d'en faire une analyse mécanique; mais ceux de Lucy, de Blanzy et du Monceau s'y prêtent au contraire avec facilité.

« On remarque tout d'abord dans ces houilles des parties accidentelles
» d'un charbon homogène, léger, laminaire, à cassure conchoïde des plus

---

les tiges d'équisétacées, étaient bien loin d'être aussi pleines que les arbres de nos forêts. Pour avoir égard à cette circonstance, il faudrait peut-être tripler les épaisseurs précédentes, et attribuer des couches de houille de 1, 2, ..., 30 mètres à des radeaux de 26 mètres, 52 mètres, ..., 788 mètres d'épaisseur, suppositions qui dépassent les limites de la vraisemblance, et même celles du possible.

Cette remarque, en excluant l'hypothèse des radeaux, me paraît augmenter la probabilité de celle qui attribue aux couches de houille une origine analogue à celle des tourbières.

Cette dernière hypothèse n'a guère contre elle (si tant est qu'on puisse en faire la matière d'une objection sérieuse) que la très-longue durée qu'elle assigne implicitement à la période durant laquelle la houille s'est accumulée. En effet, l'accumulation a dû être extrêmement lente, car, en admettant même qu'un taillis de vingt-cinq ans ait produit, sous forme de feuilles et de petites branches qui sont tombées, autant de matière ligneuse qu'il en a accumulé dans sa croissance, il s'ensuivrait seulement qu'en vingt-cinq ans il aurait soutiré de l'atmosphère une quantité de carbone équivalente à une couche de houille de 4 millimètres, ou que, dans le cours d'une année moyenne, il en aurait soutiré une quantité équivalente à une couche de houille de $\frac{4}{25}$ ou de 16 centièmes de millimètre seulement, c'est-à-dire la 6250^{e} partie d'une couche d'un mètre. Il est vrai que dans les tourbières le phénomène peut être plus rapide que dans les forêts, et qu'à l'époque de la formation du terrain houiller, la végétation pouvait être plus vigoureuse et l'accumulation du carbone plus prompte qu'elle ne l'est aujourd'hui dans nos climats.

E. D. B.

» éclatantes. Les surfaces en sont souvent spéculaires, et présentent de » petits cercles miroitants qui paraissent résulter du fait de la séparation » de deux surfaces primitivement adhérentes et parfaitement homogènes. » Cette houille ne contient pas plus de 0,015 à 0,020 de cendres. C'est un » type de légèreté et de pureté. »

» Cette houille spéculaire s'est concentrée dans les parties où les végétaux se sont accumulés, soit par un transport local, soit par un lavage; mais elle existe constamment dans la masse même de la houille des mines de Blanzy. « En les étudiant avec soin, on remarque qu'elles se composent : » 1° d'une houille identique au type que nous venons de décrire, constituant dans la masse des filets parallèles au toit et au mur, qui ont depuis » un quart et un demi-millimètre d'épaisseur jusqu'à un centimètre; 2° une » houille très-mélangée d'argile terne et schisteuse, dont la proportion » de cendres varie de 20 à 25 p. 100. Cette houille forme de petits lits parallèles à l'ensemble de la stratification, dont l'épaisseur est ordinaire- » ment moindre que celle des lits de houille spéculaire. »

» Il résulte de cette structure une alternance dans le sens de la stratification, de lignes mates et brillantes: les premières formées par les schistes charbonneux, et les autres par la houille spéculaire.

» Lorsqu'on cherche à obtenir des cassures dans le sens de la stratification, elles se font presque toujours dans le plan de la houille spéculaire qui est la plus fragile; celles dans la houille terne sont les plus intéressantes, parce qu'elles ont fréquemment conservé quelque trace de l'origine végétale de la houille : tantôt ce sont de véritables impressions de petits végétaux couchés et aplatis sans épaisseur appréciable, tantôt ce sont de petites tiges décomposées à la manière du charbon de bois dont elles présentent le tissu ligneux. Dans le premier cas ces impressions montrent des stries parallèles qui, par leurs formes et leur disposition, paraissent annoncer des portions de feuilles semblables à celles des plantes du genre *Noggerathia,* dont on a trouvé des impressions bien conservées dans les schistes des terrains houillers de ce bassin, et qui, par leur rigidité, semblent susceptibles de s'altérer moins promptement que les autres feuilles du même terrain.

« Interprétant ces données, M. Burat conclut que ces petites zones alternatives représentent une production et une destruction périodiques, » comme celle qui pourrait résulter, par exemple, des saisons de l'année. » Les zones spéculaires appartiennent aux végétaux décomposés de cette » période; les zones ternes représentent les végétaux en partie décompo-

» sés, en partie enfouis dans de l'argile tenue en suspension par des eaux » affluentes. » Cette disposition schisteuse, générale dans la plupart des houilles, met donc en évidence la double origine que nous avons signalée. Nous ajouterons, d'après l'auteur, que l'action plus ou moins puissante de cette dernière cause donne naissance à des veines plus ou moins épaisses de schistes carburés qui souvent sont intercalées dans la houille, ainsi qu'aux lits ou bancs de grès qu'on y observe.

» Nous espérons que cette analyse, quelque imparfaite qu'elle soit, aura convaincu l'Académie que le Mémoire de M. Burat est digne de son approbation; il fait connaître en effet avec exactitude l'une des richesses houillères les plus importantes de la France; les détails circonstanciés qu'il donne de son gisement sont destinés à guider l'industrie dans ses recherches, et les considérations scientifiques qu'il a développées à la fin de son travail nous éclairent sur les causes qui ont présidé aux dépôts des couches de combustibles fossiles.

» Nous proposons en conséquence à l'Académie d'approuver le travail de M. Amédée Burat et de le remercier de son intéressante communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

Sur la différence de la pression atmosphérique à la surface des mers; par M. A. Erman.

« Pendant mon voyage autour du monde, dont l'Académie a accueilli avec tant d'indulgence les résultats magnétiques, je me suis aussi occupé, avec tout le zèle dont je suis capable, des lois qui régissent la constitution atmosphérique. Sur la corvette russe où j'étais embarqué, on observait six fois par jour le baromètre, le thermomètre et l'hygromètre. Le navire ayant parcouru quatre fois, en suivant des méridiens différents, l'espace compris entre le 55^e lat. N. et le 58^e lat. S, l'ensemble de ces observations forme un total de 14000 chiffres environ.

» Ces observations ont l'avantage d'avoir été faites toutes au niveau de la mer, et d'être, par conséquent, dégagées de toutes les influences du relief et de la nature du sol. J'ai donc tenté de déterminer, en faisant usage des moyens qu'elles m'offraient, les relations qui existent entre la latitude et la longitude, d'une part, et la pression atmosphérique, de l'autre, voie nouvelle dans laquelle j'essayais presque les premiers pas.

» Pour ne point abuser des moments de l'Académie, je ne mentionnerai ici qu'un résultat, qui me semble un point de départ de quelque importance pour les recherches de ce genre; c'est que la moyenne pression de l'atmosphère, corrigée de l'intensité de la pesanteur, n'est pas la même sur tous les points du globe, mais se trouve dans une étroite dépendance des deux coordonnées horizontales de chaque point.

» Ce résultat se vérifie également, soit que l'on considère la pression totale de toutes les parties constituantes de l'atmosphère, soit qu'en faisant usage des observations hygrométriques pour éliminer la tension de la vapeur aqueuse, on ne compare que les pressions des gaz permanents.

» Examinons d'abord l'influence de la latitude. A partir du 60ᵉ lat. S., par exemple, et en suivant le même méridien, les moyennes pressions vont en augmentant sensiblement jusqu'à la limite des vents alisés, c'est-à-dire jusqu'au 25ᵉ lat. S. environ. Depuis ce parallèle, elles décroissent régulièrement jusqu'à l'équateur, où elles atteignent un minimum relatif, puis elles croissent de nouveau jusqu'à la limite boréale des vents alisés, et dans notre hémisphère les phénomènes se reproduisent d'une manière symétrique, comme dans l'hémisphère opposé. La différence de pression aux limites des vents alisés, d'une part, et à l'équateur, de l'autre, est de $4^{mm},06$, d'après nos huit passages à travers l'une et l'autre zone des vents alisés. Ce résultat, que j'ai annoncé immédiatement après mon retour, dans les *Annales de Physique de Poggendorf*, a été depuis confirmé par les observations que M. John Herschel a faites durant son voyage au cap de Bonne-Espérance. A partir du maximum de pression qu'on trouve vers le 25ᵉ degré de latitude, et en se dirigeant vers le pôle, la diminution de la pression est beaucoup plus rapide que dans la zone des vents alisés. Elle est telle, que la différence entre les pressions moyennes aux côtes du Kamtschatka et au cap Horn sont respectivement de $12^{mm},86$ et de $12^{mm},18$ inférieures à la pression maximum du grand Océan. Des séries d'observations, faites sur les côtes d'Islande, confirment pleinement ce résultat.

» La pression moyenne de l'atmosphère est en second lieu dépendante de la longitude. A latitude égale, elle est de $3^{mm},50$ plus forte sur l'Océan atlantique que dans la mer Pacifique. Ce résultat a été obtenu par la comparaison des observations faites sous vingt-quatre parallèles différents, en tenant compte de l'influence des saisons, et, sur ces vingt-quatre comparaisons, aucune n'a affecté un résultat individuel d'un signe contraire à celui de leur moyenne.

» L'inégalité de pression sur divers points du globe et dans une même

couche de niveau étant démontrée, il restait à savoir si la même inégalité subsisterait pour les gaz permanents de l'atmosphère; et d'autant plus que, lors de la première annonce de ces résultats, quelques météorologistes ont, en effet, pensé que les différences observées dépendaient uniquement de l'inégale tension de la vapeur aqueuse. Mais je me suis assuré positivement que les mêmes relations subsistent pour l'air sec comme pour la totalité de l'atmosphère. Seulement la pression maximum dans chaque hémisphère est un peu reculée vers les pôles, et la différence entre ce maximum et le minimum équatorial est bien plus forte, puisqu'elle s'élève à $11^{mm},96$. Par contre, la diminution de pression vers les pôles est bien moins rapide pour l'air sec que pour l'atmosphère totale. Quant à la longitude, il suffit d'ajouter que la différence que nous avons trouvée entre les deux Océans tient à la fois à la pression de l'air sec et à la tension de la vapeur d'eau.

» Laplace a fait voir que des phénomènes, dépendants uniquement des coordonnées d'un lieu à la surface d'un ellipsoïde, peuvent toujours être exprimés en fonction de ces coordonnées. Or, les phénomènes dont nous venons de parler réunissent toutes ces conditions. On peut donc maintenant espérer hardiment d'arriver à comprendre un jour dans une seule expression mathématique l'ensemble des lois de la constitution de l'atmosphère, en tant que la pression n'est que la traduction finale de ces lois. Pour atteindre ce but, des observations faites, sous la direction de l'Académie, à bord des navires de l'État, ajouteraient évidemment aux obligations que les sciences ont déjà à la marine française. »

M. Audouard lit la seconde partie de son Mémoire sur *la périodicité des fièvres intermittentes*, et la termine par les conclusions suivantes :

« 1°. Il faut, pour la génération des fièvres intermittentes, l'intoxication miasmatique du sang et la chaleur du climat;

» 2°. La manifestation de ces fièvres est le résultat de la congestion sanguine de la rate et de l'influence solaire diurne ;

» 3°. Les différents types dépendent de la modification de la congestion splénique par la chaleur diurne, laquelle est elle-même dépendante des saisons;

» 4°. L'intensité des fièvres pernicieuses vient d'une forte intoxication miasmatique, que procure et que seconde une forte chaleur atmosphérique, d'où suit une congestion splénique des plus considérables;

» 5°. Les fièvres intermittentes simples sont dues à ces mêmes causes, mais moins intenses. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur le rouleau compresseur et sur son emploi pour affermir les empierrements neufs et de réparation des chaussées; par* **M. Ch. H. Schattenmann**, directeur des mines de Bouxwiller. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

« Il y a quelques années qu'on emploie dans la Prusse rhénane un cylindre de fonte de fer pour la compression des empierrements neufs. Mes relations avec Sarrebruck m'ont fait connaître cette machine et les bons effets qu'on en obtenait. J'en ai présenté le plan au conseil général du département du Bas-Rhin dans sa session de 1840. Le conseil général accueillit favorablement cette communication, mais il ne crut devoir émettre aucun vote d'argent, puisqu'il a été établi par la discussion que c'était à M. le préfet à acquérir les machines et instruments utiles au service sur les fonds de vicinalité. M. le préfet du département du Bas-Rhin fit construire un rouleau compresseur par MM. de Diétrich frères, à Reichshofen, en août 1841. Ce rouleau fut mis à ma disposition pour comprimer les empierrements neufs que j'avais faits dans les rues de Bouxwiller, par suite d'un travail général de nivellement dont je m'étais rendu l'entrepreneur.

» Le rouleau compresseur fonctionna pour la première fois le 3 septembre dernier, dans la rue principale de Bouxwiller; mais on reconnut que ce rouleau était susceptible de plusieurs modifications pour pouvoir s'en servir avec toute la sûreté et la facilité désirables.

» Le rouleau prussien n'a qu'un timon avec une roulette de support et deux roulettes de support derrière, aux angles de la charpente; il faut ainsi le retourner, ce qui est toujours difficile et souvent impossible lorsqu'une route ne présente pas une très-grande largeur. On a donc reconnu la nécessité de placer un timon avec roulette derrière, afin de pouvoir faire marcher le rouleau en avant ou en arrière.

» Le rouleau prussien est muni d'un sabot à levier formant un frein de peu de puissance, qu'on a remplacé par deux poutrelles en bois, pouvant

couche de niveau étant démontrée, il restait à savoir si la même inégalité subsisterait pour les gaz permanents de l'atmosphère; et d'autant plus que, lors de la première annonce de ces résultats, quelques météorologistes ont, en effet, pensé que les différences observées dépendaient uniquement de l'inégale tension de la vapeur aqueuse. Mais je me suis assuré positivement que les mêmes relations subsistent pour l'air sec comme pour la totalité de l'atmosphère. Seulement la pression maximum dans chaque hémisphère est un peu reculée vers les pôles, et la différence entre ce maximum et le minimum équatorial est bien plus forte, puisqu'elle s'élève à $11^{mm},96$. Par contre, la diminution de pression vers les pôles est bien moins rapide pour l'air sec que pour l'atmosphère totale. Quant à la longitude, il suffit d'ajouter que la différence que nous avons trouvée entre les deux Océans tient à la fois à la pression de l'air sec et à la tension de la vapeur d'eau.

» Laplace a fait voir que des phénomènes, dépendants uniquement des coordonnées d'un lieu à la surface d'un ellipsoïde, peuvent toujours être exprimés en fonction de ces coordonnées. Or, les phénomènes dont nous venons de parler réunissent toutes ces conditions. On peut donc maintenant espérer hardiment d'arriver à comprendre un jour dans une seule expression mathématique l'ensemble des lois de la constitution de l'atmosphère, en tant que la pression n'est que la traduction finale de ces lois. Pour atteindre ce but, des observations faites, sous la direction de l'Académie, à bord des navires de l'État, ajouteraient évidemment aux obligations que les sciences ont déjà à la marine française. »

M. **Audouard** lit la seconde partie de son Mémoire sur *la périodicité des fièvres intermittentes*, et la termine par les conclusions suivantes :

« 1°. Il faut, pour la génération des fièvres intermittentes, l'intoxication miasmatique du sang et la chaleur du climat;

» 2°. La manifestation de ces fièvres est le résultat de la congestion sanguine de la rate et de l'influence solaire diurne ;

» 3°. Les différents types dépendent de la modification de la congestion splénique par la chaleur diurne, laquelle est elle-même dépendante des saisons;

» 4°. L'intensité des fièvres pernicieuses vient d'une forte intoxication miasmatique, que procure et que seconde une forte chaleur atmosphérique, d'où suit une congestion splénique des plus considérables;

» 5°. Les fièvres intermittentes simples sont dues à ces mêmes causes, mais moins intenses. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur le rouleau compresseur et sur son emploi pour affermir les empierrements neufs et de réparation des chaussées; par* M. CH. H. SCHATTENMANN, directeur des mines de Bouxwiller. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

« Il y a quelques années qu'on emploie dans la Prusse rhénane un cylindre de fonte de fer pour la compression des empierrements neufs. Mes relations avec Sarrebruck m'ont fait connaître cette machine et les bons effets qu'on en obtenait. J'en ai présenté le plan au conseil général du département du Bas-Rhin dans sa session de 1840. Le conseil général accueillit favorablement cette communication, mais il ne crut devoir émettre aucun vote d'argent, puisqu'il a été établi par la discussion que c'était à M. le préfet à acquérir les machines et instruments utiles au service sur les fonds de vicinalité. M. le préfet du département du Bas-Rhin fit construire un rouleau compresseur par MM. de Diétrich frères, à Reichshofen, en août 1841. Ce rouleau fut mis à ma disposition pour comprimer les empierrements neufs que j'avais faits dans les rues de Bouxwiller, par suite d'un travail général de nivellement dont je m'étais rendu l'entrepreneur.

» Le rouleau compresseur fonctionna pour la première fois le 3 septembre dernier, dans la rue principale de Bouxwiller; mais on reconnut que ce rouleau était susceptible de plusieurs modifications pour pouvoir s'en servir avec toute la sûreté et la facilité désirables.

» Le rouleau prussien n'a qu'un timon avec une roulette de support et deux roulettes de support derrière, aux angles de la charpente; il faut ainsi le retourner, ce qui est toujours difficile et souvent impossible lorsqu'une route ne présente pas une très-grande largeur. On a donc reconnu la nécessité de placer un timon avec roulette derrière, afin de pouvoir faire marcher le rouleau en avant ou en arrière.

» Le rouleau prussien est muni d'un sabot à levier formant un frein de peu de puissance, qu'on a remplacé par deux poutrelles en bois, pouvant

être serrées avec force contre le cylindre, au moyen de vis. On l'a de plus garni de deux curettes en fer plat et de quatre anneaux destinés à recevoir des leviers pour empêcher le renversement du rouleau lorsqu'il marche sur un terrain mobile ou trop incliné. Cette dernière disposition est devenue nécessaire par la suppression des deux roulettes de derrière. En Prusse et même en France, on a construit des rouleaux compresseurs creux, qu'on charge intérieurement avec des terres ou des pièces de fonte. Ces dispositions sont d'une exécution difficile, même en formant des compartiments dans l'intérieur du cylindre, parce que le mouvement du rouleau déplace facilement les matières qu'on y introduit, qui d'ailleurs doivent être réparties d'une manière égale. La caisse superposée à l'axe du rouleau, et qu'on charge de pierres, a bien l'inconvénient de causer un frottement qui augmente le tirage; mais cet inconvénient est si faible et les chargements et déchargements du rouleau sont si faciles et si commodes, que cette disposition ne laisse rien à désirer.

» Le rouleau compresseur modifié consiste en un cylindre creux de fonte de fer de $1^m,30$ de diamètre et de $1^m,30$ de longueur.

» Ce cylindre est garni aux deux extrémités de quatre rayons ou croisillons en fonte, traversés au centre par un axe en fer forgé, qui y est fixé par des clavettes. Sur cet axe sont posés des coussinets en fonte supportant une forte charpente en forme de cadre, surmontée d'une caisse carrée en madriers de $1^m,95$ de longueur, $1^m,75$ de largeur et $0^m,50$ de hauteur.

» Cette caisse peut recevoir une charge d'environ 3000 kilogrammes de pierres. Le cadre en charpente est muni de deux curettes en fer plat, de deux poutrelles à vis servant de frein, et de quatre anneaux destinés à y placer des leviers de 3 mètres de longueur, ayant pour but d'empêcher le renversement du rouleau lorsqu'il marche sur le revers du bombement de la chaussée ou sur un terrain ramolli. Entre les traverses du cadre on a adapté une petite caisse pour y mettre une boîte à graisse et une clef pour les écrous. Deux timons, munis d'un support à roulette, sont ajustés à la charpente du cadre, afin de pouvoir atteler à volonté devant ou derrière, et de parer ainsi à la difficulté et souvent à l'impossibilité de tourner le rouleau. Le timon de derrière sert en outre de gouvernail pour faire dévier le rouleau pendant sa marche lorsque cela est nécessaire.

» Le poids du cylindre en fonte de fer avec croisillons, axe et coussinets, est d'environ 2000 kilogrammes, et celui de la charpente et de la caisse est d'environ 1000 kilogrammes; ce qui porte le poids total du rouleau à environ 3000 kilogrammes.

» La charpente et la caisse sont peintes à l'huile.

» Le rouleau, modifié de la manière susdite, a marché pour la première fois, les 12, 13 et 14 septembre dernier, dans la rue principale de Bouxwiller, et y a complétement comprimé, affermi et lissé un empierrement neuf.

» Cet empierrement a parfaitement résisté à l'action du roulage et aux intempéries de l'hiver: non-seulement les voitures n'y ont fait aucune ornière, ni frayé, ni tracé, mais on n'y voit aucune espèce d'usure et de dégradation. La couche est si bien comprimée et liée, que l'eau tombée de chéneaux d'une hauteur de 10 à 12 mètres n'a pu l'entamer.

» Je vais résumer les résultats des différentes expériences faites jusqu'à ce jour, et qui sont constatés par les procès-verbaux joints à mon Mémoire. Le rouleau compresseur fonctionne avec une extrême facilité, conduit par un attelage de six forts chevaux. On peut comprimer en un seul jour 2500 mètres carrés d'empierrement. Il n'est véritablement utile de porter le poids du rouleau qu'à 6000 kilogr., parce que, avec ce poids, sa force compressive est complétement suffisante. En augmentant le poids du rouleau, et en le portant à 8000 kilogr., comme cela a eu lieu lors de l'expérience du 22 avril, il faut augmenter l'attelage de deux chevaux, et, malgré cela, les chevaux ont plus d'efforts à faire pour mettre le rouleau en mouvement, d'où il résulte des dégradations à l'empierrement par les pieds des chevaux; enfin le rouleau plus lourd ne produit pas d'autres effets que celui de 6000 kilogr., car sa force compressive, plus grande, compense à peine l'augmentation de l'attelage, et il est ainsi plus facile et plus avantageux d'augmenter le nombre des passages du rouleau sur la surface de l'empierrement, que d'en augmenter le poids et l'attelage.

» Il est utile de faire passer une ou deux fois le rouleau non chargé sur les empierrements, afin d'obtenir un premier tassement modéré qui facilite les passages subséquents du rouleau. Il convient ensuite de charger le rouleau de 2000 kilogr., de faire de nouveau un ou deux tours; puis d'ajouter 1000 kilogr., pour parfaire le poids à 6000 kilogr. Avec ce poids, il faut ensuite compléter six passages sur tout l'empierrement. Il est important que la couche soit parfaitement comprimée avant d'y répandre du sable ou des détritus calcaires de carrière ou de chaussée, car il est essentiel de n'introduire dans l'empierrement qu'un minimum de ces matières, et tout juste ce qui est nécessaire pour lier et mastiquer la couche. Quand l'empierrement est donc parfaitement comprimé et façonné par le rouleau, on y répand, à la pelle, du sable ou des détritus de carrière, de

manière à en couvrir légèrement la surface ; 2 à 3 mètres cubes par 100 mètres carrés suffisent. On y fait passer de nouveau le rouleau, et l'on a soin alors de jeter du sable ou du détritus sur les parties où des interstices se montrent après le passage du rouleau, de manière à compléter la couche légère qui doit couvrir la surface. Si l'on jetait trop de sable ou de détritus sur l'empierrement, ces matières nuiraient à l'action du rouleau sur l'empierrement, en neutralisant en partie ses effets.

» Le rouleau remue la couche entière de 20 à 30 centimètres d'épaisseur, avant comme après l'emploi du sable ou du détritus. Il est facile de le reconnaître au mouvement d'ondulation qu'il imprime à la couche en marchant, et qui diminue progressivement, jusqu'à ce que l'empierrement soit complétement affermi et moulé, ce qui a ordinairement lieu après que le rouleau a passé quatre fois après l'emploi du sable ou du détritus, ce qui fait, avec les six passages précédents, dix passages sur la surface de l'empierrement pour la parfaite consolidation de la couche.

» La surface d'un empierrement cylindré est d'autant plus solide, plus unie et plus lisse que les pierres à la partie supérieure sont plus menues. J'ai, en conséquence, adopté le mode de faire surcasser les empierrements, de manière à réduire la grosseur des pierres à 3 centimètres.

» L'humidité est indispensable pour affermir les empierrements.

» L'humidité étant une condition indispensable pour obtenir la compression et la liaison complète de l'empierrement, on n'emploie ordinairement le rouleau, dans la Prusse rhénane, que dans la saison pluvieuse. J'ai pensé qu'il était facile de se procurer l'eau nécessaire au moyen de tonneaux d'arrosage, et j'en ai fait construire trois pour le service de mon rouleau. Ces tonneaux ont déjà fonctionné plusieurs fois, et, en dernier lieu, le 6 de ce mois, sur la place du château de cette ville, et l'expérience a démontré que deux chevaux suffisent pour amener l'eau nécessaire à l'arrosement des empierrements, et pour assurer le succès de leur compression pendant la plus grande sécheresse, si l'eau n'est pas à chercher à une trop grande distance.

» L'empierrement destiné à être comprimé doit être arrosé abondamment la veille; il peut encore l'être pendant le cylindrage, mais il faut s'en abstenir dès qu'on répand le sable ou le détritus sur l'empierrement. Cependant, après que l'opération du cylindrage est terminée, il est souvent utile d'arroser de nouveau l'empierrement, pour lui donner l'humidité nécessaire.

» Le cylindrage d'un empierrement doit, autant que possible, se faire

sans interruption ; il convient ainsi de n'entreprendre à la fois qu'une surface d'environ 2500 mètres carrés. Il est donc utile, lorsqu'on opère avec un seul rouleau, de prendre environ 500 mètres courants d'empierrement d'une chaussée de 5 mètres de largeur, afin d'éviter de dételer trop fréquemment. Alors cette opération marche avec activité.

» Lorsque le rouleau fonctionne sur l'empierrement nu, il peut marcher pendant la pluie; mais dès qu'on y jette le détritus et même le sable, un certain degré d'humidité arrête l'opération, parce que ces matières s'attachent alors au cylindre avec tant de force, qu'elles arrachent la partie supérieure de l'empierrement. Lorsqu'un cheval urine, il faut avoir soin d'ôter le sable ou le détritus mouillé, et de le remplacer par des matières sèches, afin d'éviter que le cylindre n'arrache l'empierrement dans cette partie. S'il survient de la pluie, ou que les matières employées soient trop humides, il est nécessaire d'arrêter la marche du rouleau, et de n'achever la compression de l'empierrement que lorsque la pluie a cessé et que les matières répandues sur l'empierrement auront suffisamment séché pour ne plus adhérer au cylindre. Lorsque le sable ou le détritus se trouve répandu sur l'empierrement déjà comprimé, ce dernier est sujet à peu de dégradations; néanmoins il convient de se hâter d'achever le plus tôt possible la complète compression.

» L'emploi du sable pour lier les empierrements comprimés laisse peu à désirer dans la saison pluvieuse et sur des empierrements en pierres calcaires; mais, pendant l'été et la sécheresse, le sable ne s'identifie pas suffisamment ni assez immédiatement avec l'empierrement : il lui manque le liant que lui donne le calcaire dans la saison pluvieuse, et il se détache quelquefois alors des pierres à la surface, ce qu'on peut cependant empêcher par des arrosements. Les détritus calcaires, qui se trouvent partout abondamment dans les carrières, n'ont pas cet inconvénient : ils lient parfaitement les empierrements cylindrés, et forment une couche très-unie et très-tenace. J'emploie ainsi, de préférence, le détritus calcaire pour les empierrements que je fais maintenant dans les rues et sur la place du château de cette ville.

Dépense du cylindrage.

» J'ai établi qu'un attelage de six chevaux peut comprimer par jour 2500 mètres carrés d'empierrement neuf. Ce travail donne lieu à la dépense suivante :

» Prix de louage d'un attelage de six chevaux avec deux conducteurs, par jour. 30f 0c

» Salaire de deux manœuvres chargés de diriger le rouleau par le timon, et d'aider à dételer et à atteler, à 1 fr. 20 c. 2 40

» Salaire des manœuvres chargés de répandre le sable ou le détritus, calculé à raison de cinq journées à 1 fr. 20 c. 6 0

Total. 38f 40c

Ce qui fait par mètre carré. 0f,0154

» Lorsque le service d'arrosage est nécessaire, il occasionne la dépense suivante :

» Deux chevaux et deux conducteurs. 12f 0c

» Cinq manœuvres pour remplir les tonneaux. . . . 6 0

Total. 18f 0c

Ce qui fait par mètre carré. 0,0072

Total par mètre carré. 0f,0226

» Le mètre courant d'une chaussée de 5 mètres de largeur coûtera donc. 0f,113

» On obtient par une dépense aussi minime l'immense résultat de comprimer et d'affermir immédiatement les empierrements neufs et ceux de réparation.

Prix du rouleau compresseur.

» Le prix du rouleau avec tous les accessoires, tel qu'il est décrit ci-dessus, est de. 1700f

Prix de l'appareil d'arrosage.

» Le prix d'un tonneau, de la contenance d'environ 600 litres, avec robinet, tube d'arrosage et chevalet, est de 64 fr., et pour trois tonneaux de. 192

» La charrette pour porter le tonneau revient à 206 fr.; donc pour trois charrettes. 618

» Les charrettes ne sont pas indispensables, car on peut en trouver de louage; néanmoins j'en émarge ici le prix, pour donner le coût du rouleau compresseur et de ses accessoires.

Total du rouleau et l'appareil d'arrosage. 2510f

» Les effets avantageux obtenus par le rouleau compresseur sont constants. Les empierrements neufs et de réparations, cylindrés dans l'intérieur de Bouxwiller, ne laissent rien à désirer sous le rapport des belles formes de la couche et de sa solidité. Ces empierrements ont déjà subi l'épreuve d'un hiver et d'une circulation active. La cause de la résistance des couches d'empierrement, comprimées par le rouleau, à l'action du roulage, a été également constatée. En examinant ces empierrements, il a été reconnu que la couche entière de 20 centimètres d'épaisseur se trouve entièrement comprimée, liée et mastiquée par la plus faible proportion possible de sable ou de détritus. Des blocs entiers de $0^{m.car.}$,60 de surface ont pu être extraits et ne formaient qu'une seule masse compacte, tandis que, dans une chaussée ordinaire, on ne trouve de liaison qu'à la surface de l'empierrement; ces faits peuvent être chaque jour vérifiés. Les effets extraordinaires du rouleau compresseur ne peuvent plus être révoqués en doute, car le fait de la résistance des empierrements cylindrés est aujourd'hui constaté.

» Je citerai encore un fait digne d'attention, et qui vient à l'appui des expériences acquises à Bouxwiller. Le 23 novembre dernier, environ 500 mètres courants d'empierrement neuf ont été cylindrés sur la route départementale n° 12, à l'entrée de la vallée de la Moder, et livrés immédiatement à une circulation des plus actives, composée en grande partie de voitures à jantes étroites attelées de bœufs. A peu de distance de cet empierrement et sur la même route, peu de jours avant, deux petites parties avaient reçu un empierrement neuf qui n'a pas été cylindré. L'empierrement cylindré par le rouleau a résisté parfaitement à l'action d'une circulation des plus actives, sans que l'on puisse y reconnaître trace des roues, tandis que les deux parties non cylindrées ont été constamment sillonnées d'ornières, qui ont déjà été réparées deux fois et qui se sont de nouveau reproduites. Cette expérience comparative ne peut laisser aucun doute sur la solidité des empierrements comprimés et sur l'insuffisance de résistance des empierrements ordinaires.

» Les empierrements en pierres cassées ont été tentés sans succès dans plusieurs grandes villes, mais on a dû y renoncer, parce que les pierres restent longtemps pulvérulentes et que la circulation ne produit qu'une chaussée souvent orniérée, qui ne prend qu'avec le temps, et au moyen de réparations partielles, une consistance insuffisante. Dans une ville, la voie publique doit être nettoyée et balayée fréquemment, et les empier-

rements de chaussée et le mode actuel d'entretien ne se prêtent pas au maintien de la propreté.

» J'ai la conviction intime que le rouleau compresseur permet d'appliquer, avec une grande économie et avec des avantages immenses pour la circulation, des empierrements dans l'intérieur des villes. En effet, un empierrement fait aujourd'hui peut être comprimé le lendemain par le rouleau, et formera à l'instant même une couche homogène et compacte, entièrement plane à la surface et aussi exactement façonnée entre des rigoles pavées que peut l'être une rue pavée. Cet empierrement peut être, à l'instant même, balayé et lavé à grande eau sans subir aucune altération. Lorsqu'il éprouvera une usure, ce qui ne peut arriver qu'après un temps assez long, une couche de réparation de 6 à 7 centimètres d'épaisseur en moyenne peut y être appliquée et fixée avec la même facilité que l'a été l'empierrement primitif. La construction de ces empierrements, qui est extrêmement économique, ainsi que les réparations nécessaires, s'effectuent avec beaucoup plus de célérité et avec beaucoup moins d'embarras pour la voie publique que la construction et la réparation des pavés.

» En terminant, je dirai que le rouleau compresseur est destiné à réaliser une immense amélioration dans l'état des voies publiques, et une économie considérable en main d'œuvre et en matériaux; que les frais de transport seront considérablement réduits, et qu'enfin les faits acquis sont entièrement concluants, et les effets du rouleau pour la compression des empierrements tellement évidents, qu'on ne peut plus balancer à mettre en pratique cette utile machine. »

EMBRYOGÉNIE.— *Nouvelle Note sur la caduque; par* M. COSTE.

(Commission précédemment nommée.)

« M. Lesauvage a adressé à l'Académie une réclamation de priorité à l'occasion du premier chapitre de mon travail sur la membrane caduque. Je demande la permission de répondre, en peu de mots, aux communications de cet anatomiste.

» 1°. M. Lesauvage croit qu'à l'époque de la conception un fluide est versé dans l'utérus, dont il remplit la cavité, et que la membrane caduque résulte d'une sorte de cristallisation de la superficie de ce même fluide. Je pense, au contraire, que ce *fluide primordial* n'existe pas, du moins au moment

où la caduque se forme, et, que, par conséquent, cette membrane a un autre origine que celle qu'il lui suppose.

» 2°. M. Lesauvage admet que des vaisseaux indépendants de ceux de l'utérus se forment dans la caduque. Les faits que j'expose devant l'Académie tendent, au contraire, à prouver que ces vaisseaux sont un prolongement, une extension de ceux de la matrice; et, sous ce rapport encore, il y a entre son opinion et celle que je soutiens une divergence complète. Je pense donc que la réclamation de M. Lesauvage n'est pas fondée. »

M. **Rossignon** adresse une Note sur *quelques excrétions végétales*, sur *la formation et les fonctions de la chlorophylle*, et sur *l'influence des murs dégradés relativement à la végétation dans les forêts*.

(Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Cruveilher** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double*.

M. **Fèvre**, inspecteur général des ponts-et-chaussées, adresse une demande semblable pour la place d'académicien libre vacante par la mort de M. *Pelletier*. M. Fèvre rappelle à cette occasion les travaux qu'il a soumis au jugement de l'Académie des Sciences, et les principaux ouvrages qu'il a publiés.

MÉDECINE. — *Note sur les influences locales qui déterminent le développement du goître, et sur l'usage des eaux minérales ferrugineuses pour prévenir et guérir cette affection; par* M. **Pascal**, professeur à l'Hôpital militaire d'instruction de Strasbourg.

« Il existe près de Metz, à trois lieues nord de cette ville, une localité qui a permis de faire quelques remarques intéressantes sur le goître. Il s'agit de *Rombas*, de *Villers-lès-Rombas* et de *Pierre-Villers*. Je vais d'abord faire connaître la situation de ces trois villages, qui font partie du canton de Briey.

» *Rombas* est un village de 1104 habitants, placé sur le dos d'une colline

allongée, obliquement dirigée du couchant au levant, avec une pente insensible dans ce dernier sens. Cette colline est couronnée de bois au couchant; des plaines la terminent à l'orient; au nord elle est baignée par l'Orne, qui coule à dix minutes du village et dont les eaux, assez abondantes et poissonneuses, font marcher les usines de Moyeuvre, de Jamail, et du Moulin-Neuf, destinées à l'exploitation du fer tiré des côtes voisines. Vers le midi, la côte de Rombas est terminée par un vallon qui descend de la côte de Drens (1), et du bois Loyau. Ce vallon le sépare du hameau de *Villers*, dont nous allons parler.

» *Rombas* est entouré d'un verger considérable formé d'arbres de toutes sortes et de vignes nombreuses, qui font la principale richesse de ses industrieux habitants.

» *Villers-lès-Rombas* est situé sur une colline parallèle à celle de *Rombas*, et qui descend de la côte de Drens. Ce hameau, qui contient 109 habitants, est un annexe de Rombas. Il présente, vers son milieu, une source d'eau ferrugineuse qui fut longtemps la seule eau potable dont les habitants fissent usage. La côte de Villers-lès-Rombas, moins élevée que celle des Rombas, est un peu plus humide que cette dernière.

» Quant à *Pierre-Villers*, dont la population est de 791 habitants, il est placé dans des conditions différentes. Les maisons qui le constituent occupent la gorge qui sépare la colline de *Villers-lès-Rombas* d'une autre côte sur laquelle est bâtie le village de Marange.

» La gorge de Pierre-Villers est dirigée du couchant au levant, et par conséquent reçoit le soleil levant; mais elle est remplie d'arbres fruitiers et entourée de vignes et de bois. Les habitants du village, en général pauvres, s'occupent, comme ceux de Rombas et de Villers, de la culture des terres du voisinage et notamment de la vigne. Ajoutons que les vents dominants dans cette localité, comme dans tout le pays messin, sont les vents humides de l'ouest, qui règnent une grande partie de l'année.

» D'après cette idée générale des trois villages de *Rombas*, *Villers* et *Pierre-Villers*, il est facile d'entrevoir quelles sont les conditions d'humidité et de stagnation de l'air qui existent par rapport à chacun d'eux. Rombas, sur une côte élevée battue par les vents, est moins humide que Villers. L'air est assez libre et mobile à Rombas; il est plus retenu à Villers;

---

(1) Cette côte est l'une des plus élevées des environs de Metz.

mais à Pierre-Villers les mouvements de l'atmosphère doivent être moins complets, l'air doit y être plus facilement stagnant.

» De plus, les habitants de Rombas sont généralement aisés; ceux de Villers le sont moins; ceux de Pierre-Villers, au contraire, sont pauvres. Ces conditions une fois posées, disons qu'autrefois les alliances de famille de village à village étaient plus rares qu'elles ne le sont aujourd'hui : de sorte qu'autrefois chaque village formait un tout plus distinct, plus séparé qu'aujourd'hui. A présent les habitants d'un village se mêlent continuellement à ceux des villages voisins. Il suit de là que l'unité locale ancienne est détruite, et qu'il n'y a plus aujourd'hui qu'une seule localité qui subsiste, à savoir : celle du pays tout entier, sans acception des villes et villages. Mais autrefois, c'est-à-dire il y a cinquante ans, les goîtres étaient extrêmement communs et volumineux à Pierre-Villers, assez nombreux à Rombas, et, au contraire, *inconnus à Villers-lès-Rombas,* village intermédiaire. L'hypertrophie du corps thyroïde était non-seulement inconnue à Villers, mais même les habitants qui, des villages voisins, venaient s'installer dans ce hameau cessaient d'être disposés au goître ou même guérissaient de ceux qu'ils avaient. Cette observation, populaire dans le pays, avait fixé l'attention publique sur l'unique fontaine de Villers, qui donnait une eau ferrugineuse dont tous les habitants se servaient pour boire. Il était impossible d'échapper à cette conséquence que cette eau était la seule cause de l'absence des goîtres, puisque Rombas et Pierre-Villers, placés tous deux dans des conditions opposées, étaient remplis de goîtreux, lorsque Villers n'en avait pas.

» Depuis la révolution française de 1789, le bien-être général étant augmenté, tous les habitants de Rombas et de Pierre-Villers ont éprouvé une amélioration notable sous le rapport de l'affection endémique. Rombas, devenu plus aisé, a notamment vu diminuer le nombre des goîtreux. Il est vrai que toutes les maisons d'habitation se sont transformées : les rez-de-chaussée sont devenus secs, les chambres claires, et les maisons, plus spacieuses, ont également fourni plus d'air respirable à leurs habitants : enfin, les rues ont été pavées, et c'est ainsi que l'humidité et l'obscurité ont fait place à des conditions de salubrité presque complètes. Ces observations, qui se rapportent surtout à Rombas, concernent aussi Villers et Pierre-Villers.

» Ainsi on peut déduire des faits qui viennent d'être exposés les conséquences thérapeutiques suivantes.

» 1°. Malgré l'humidité et la stagnation de l'atmosphère, l'usage d'une

eau ferrugineuse s'oppose au développement du goître ou le guérit quand il est récent.

» 2°. Là où une eau ferrugineuse n'existe pas, l'assainissement des maisons diminue la disposition des habitants à contracter cette maladie.

» Ajoutons que l'usage des boissons fermentées (bière, cidre, vin, eau-de-vie) concourt aussi, bien certainement, à prévenir le développement du goître. Nul doute que l'usage, aujourd'hui plus général, du vin, de l'eau-de-vie et même de la bière, à Rombas et lieux voisins, ne soit aussi pour quelque chose dans la diminution considérable des goîtres de cette localité. Cette circonstance fait d'ailleurs partie des causes qu'on signale ordinairement comme résultantes de l'aisance générale.

» Considérée sous le rapport de ses propriétés physiques et chimiques, l'eau ferrugineuse de Villers-lès-Rombas, connue dans le pays sous le nom de *Rouge-Fontaine*, est claire, limpide, fraîche, d'un goût de fer très prononcé, mais qui n'a rien de désagréable. Quant à sa composition chimique, voici ce qu'elle a offert à M. Langlois, qui, sur ma demande, a bien voulu en faire l'analyse.

Analyse de l'eau de Villers-lès-Rombas, *près de Metz, par* M. Langlois, professeur de chimie à l'Hôpital militaire d'instruction de Strasbourg.

» Cette eau est limpide, inodore, sa saveur assez agréable. Conservée depuis plusieurs jours dans un vase de grès bouché, il s'y est produit un léger dépôt jaunâtre.

Examen préliminaire.

» *Chlorure de barium :* précipité abondant, insoluble dans l'acide chlorhydrique.

» *Nitrate d'argent :* précipité léger, insoluble dans l'acide nitrique, soluble dans l'ammoniaque.

» *Oxalate d'ammoniaque :* précipité très-abondant.

» *Cyanure de potassium et de fer :* coloration bleue très-faible, rendue plus sensible par l'addition de l'acide chlorhydrique.

» Ces réactifs indiquent dans l'eau de Villers la présence d'une grande quantité de sulfate, de beaucoup de chaux, d'une faible proportion de chlorure, et des traces d'un sel de fer.

» Cinq décilitres de cette eau me furent remis par M. le docteur Pascal pour en faire l'analyse.

» 5 décilitres, ou 500 grammes, contiennent :

Gaz dissous....	Air atmosphérique............	8 centimètres cubes,
	Acide carbonique............	10 centimètres cubes.
Résidu salin, 0^{gr},450..	Sulfate de chaux....................	0^{gr},320
	Carbonate de chaux..................	0 ,075
	Chlorure de potassium................	0^{gr},016
	Chlorure de magnésium...............	0^{gr},017
	Sesquioxyde de fer..................	0^{gr},010 (*).
	Matières organiques azotées............	0^{gr},012
		0^{gr},450

CHIMIE. — *Sur la composition du phosphate dn soude;* Note de M. MALAGUTI.

« Aujourd'hui seulement j'ai pu lire le *Compte rendu* de la séance du 11 juillet, où j'ai vu la Note de M. Longchamp sur l'acide phosphorique.

» Il y a quelque temps, j'ai eu l'occasion de faire l'analyse complète du phosphate de soude cristallisé, et je me suis trouvé d'accord avec Clarke quant à l'eau, et avec M. Longchamp quant à l'acide phosphorique : cependant je ne saurais pas conclure, avec ce dernier chimiste, que l'acide phosphorique contient seulement quatre molécules d'oxygène.

» Il suffit en effet de comparer les données de l'expérience avec les données de la théorie, pour voir que, s'il y a quelque objection à faire relativement à la composition admise pour le phosphate de soude, cette objection ne porte pas sur la nature de l'acide phosphorique.

COMPOSITION DU PHOSPHATE DE SOUDE CRISTALLISÉ,
d'après

	Clarke.	Longchamp.	Malaguti.	Composition calculée.
Eau..............	64,15		64,25 = 27 HO	3037,0 = 64,46
Acide phosphorique..		18,78	18,80 = 1 PhO^5	892,3 = 18,94
Soude............			16,71 = 2 NaO	781,7 = 16,60

» Ou je me trompe, ou les expériences mêmes de M. Longchamp ne font que confirmer l'ancienne composition de l'acide phosphorique. Quant à la composition du phosphate de soude, il me semble prouvé que ce sel

(*) Dans l'eau prise à la source il existe à l'état de bicarbonate de protoxyde.

ne contient pas 24 molécules d'eau (*Tables atomiques* de Berzélius), ni 25 non plus (Berzélius, édition allemande de 1838), mais bien 27; et comme il y a dans ce sel 1 molécule d'eau basique, sa formule doit être P^2O^5, $2NaO,HO + 26HO$.

» Je ne doute pas que la différence en plus, donnée par le calcul, tienne à ce que les équivalents du sodium et du phosphore ne sont pas rigoureusement exacts : dans tous les cas, la différence me paraît insignifiante pour une quantité si considérable d'eau.

» Voici les détails de mon analyse :

$3^{gr},820$ phosphate de soude cristallisé, après une longue calcination, ont laissé un résidu = $1^{gr},370$. Perte, $2^{gr},45$........................ = 64,25 p. 100

$5^{gr},012$ phosphate de soude cristallisé, décomposés par l'acétate de plomb, ont donné $3^{gr},895$ phosphate de plomb = acide phosphorique $0^{gr},944$........................ = 18,80

Le liquide décomposé par l'acétate de plomb, séparé du précipité produit par l'acide sulfurique, et desséché totalement, a donné $1^{gr},922$ sulfate de soude = soude, 0,842........................ = 16,71

» Le phosphate de plomb (3,895), converti en sulfate, pesait $4^{gr},011$ qui correspond à $2^{gr},950$ oxyde de plomb : si l'on retranche cette quantité d'oxyde de plomb de 3,895 de phosphate, on a pour reste 0,945, qui représente l'acide phosphorique réel du phosphate de plomb. »

M. Destouches adresse les *Tableaux des Observations météorologiques* qu'il a faites au Caire pendant les années 1840 et 1841. Ces tableaux font suite à ceux qu'il avait précédemment envoyés à l'Académie.

M. Bouros écrit que dans une colline de calcaire compacte, située à peu de distance d'Athènes, et qui fournit à la ville des matériaux pour ses nouvelles construtions, on a récemment découvert une fissure considérable remplie d'un grand nombre *d'ossements fossiles de mammifères;* M. Bouros se propose d'envoyer prochainement à l'Académie ceux de ces ossements qu'il a pu recueillir.

M. de Grégory adresse l'extrait de divers journaux italiens relatifs aux observations qui ont été faites à Gènes, Florence, Bologne, Vérone, Milan, Turin et Chambéry, sur l'*éclipse du 8 juin.*

M. **P.-E. Morin** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de se prononcer sur une réclamation de priorité élevée par lui à l'occasion d'un Mémoire de M. *Lamé* concernant certaines questions de physique générale.

M. **Sollier** adresse une Notice ayant pour titre: *Quelques idées sur la théorie des vents.*

La séance est levée à cinq heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842, n° 4.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; 3e série, tome V, juin 1842, in-8°.

Journal de l'École Polytechnique, par le Conseil d'Instruction de cet établissement; tome XVII, 28e cahier; in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France (4 avril à 2 mai 1842); in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers; 13e année, n° 3, in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Toulouse ; n° 75, in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VII, n° 20, in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15 et 30 juillet 1842, in-8°.

Des Mouvements qui paraissent imiter le mouvement des ondes; par M. FÈVRE. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées.*) In-8°.

Calcul de la vitesse des Machines locomotives sur les chemins de fer; par le même. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées.*) In-8°.

Système de Voitures pour chemins de fer de toutes courbures de M. C. ARNOUX; Rapport fait par MM. *Kermaingant, Defontaine* et *Fèvre;* in-8°.

Notice sur l'Éclipse totale de Soleil du 8 juillet; par M. LENTHERIE; Montpellier, 1842, in-8°.

Théorie positive de la fécondation des Mammifères, basée sur l'observation de toute la série animale; par M. POUCHET.

Comice agricole de l'arrondissement de Moissac (Tarn-et-Garonne); séance générale du 12 avril 1841; Montauban, in-8°.

Histoire et phénomènes du Volcan et des Iles volcaniques de Santorin; par M. l'abbé PÈGUES; Paris, 1842, in-8°.

Programme des Prix proposés par la Société industrielle de Mulhouse, pour 1843; in-8°.

L'Agriculteur praticien; août 1842; in-8°.

Le Technologiste; août 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; juillet 1842, in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; juillet 1842, in-8°.

Système d'Arcs elliptiques pour faciliter le calcul intégral et pour constituer des nombres astronomiques; calculé par M. J. GOTTHEF SCHMIDT ; Berlin, 1842, in-4°.

Jardin expérimental d'agriculture, créé à Saint-Jean de Maurienne, par M. BONAFOUS; dirigé par M. MOTTARE ; Turin, 1842, in-8°.

Discours sur la vie et les ouvrages de Ch. Georges Bidone; par M. MENABREA ; Turin, in-4°.

Programme de la Société hollandaise des Sciences de Harlem, pour l'année 1842 ; ½ feuille.

The British . . . *Revue médical de la Grande-Bretagne et des pays étrangers, ou Journal trimestriel de Médecine pratique ; publié par* M. JOHN FORBES; n° 12, in-8°.

The Edinburgh... *Nouveau Journal philosophique d'Édimbourg;* n° 65, juillet 1842, in-8°.

Address... *Discours prononcé le* 18 *février* 1842, *par* M. R.-I. MURCHISSON, *à la séance annuelle de la Société géologique de Londres;* broch. in-8°.

Address. . *Discours prononcé le* 27 *janvier* 1842, *par* M. R.-I. MURCHISSON, *à la première séance de la Société géologique de Dudley et Midland;* broch. in-8°.

An experimental... *Recherches expérimentales sur l'avantage des Roues cylindriques sur les chemins de fer; par* M. MACQUORN-RANKINE; Édimbourg, 1842, in-8°.

Klinische Darstellungen... *Clinique des maladies des Yeux; par* M. AMMON; Berlin, 1838, in-fol., avec pl., 2^e et 3^e vol.

Die Ageborenen... *Maladies chirurgicales congéniales de l'Homme; par* le même ; Berlin, 1842, 2 vol. in-fol., texte et planches.

Illustrazioni... *Sur l'animal de la Jantine, et sur les diverses espèces désignées sous ce nom; par* M. A. COSTA. (Extrait des *Exercices des Aspirants naturalistes*, vol. 2^e, part. 2.) Broch. in-8°, Naples.

Bulletin de l'Académie des Aspirants naturalistes; 1^{re} année (5^e depuis la fondation de l'Académie), 2 numéros, février et mars 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 31.

Gazette des Hôpitaux; n° 89 à 91.

L'Expérience; n° 265.

Journal des Chemins de fer; 1^{re} année, n° 17, in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AOUT 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE **PRÉSIDENT** annonce que l'Académie tiendra sa prochaine séance le mardi 16 août, le lundi 15 étant le jour de l'Assomption, l'une des fêtes conservées.

M. LE **PRÉSIDENT** donne communication d'une lettre de M. *Larrey* fils, qui annonce que les obsèques de feu M. le baron Larrey, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, auront lieu le jeudi 11 de ce mois.

Sur la puissance dispersive de l'atmosphère; Remarques de M. **ARAGO**.

« La Note *sur la réfraction astronomique* lue à l'Académie, le 1er août, par l'illustre astronome de Kœnigsberg, renferme ce passage :

« Une des causes de la confusion des images que les étoiles présentent
» dans les lunettes peut être soumise au calcul : c'est la dispersion de la
» lumière dans l'atmosphère. Son existence est bien connue des astronomes,
» qui souvent voient près de l'horizon les étoiles présenter des spectres pris-

» matiques, suffisamment étendus pour être bien vus quand les oscillations » ordinaires ne sont pas trop grandes. *Mais personne, que je sache, » n'ayant mesuré la grandeur de ces spectres, le rapport entre la réfraction » et la dispersion dans l'air atmosphérique paraît être encore inconnu.* »

» M. Bessel n'était pas exactement informé quand il écrivait ces lignes. M. Arago rappelle, en effet, les diverses circonstances dans lesquelles il a entretenu publiquement l'Académie de ses *mesures de la dispersion de l'atmosphère*. Les premiers résultats que M. Arago ait obtenus à ce sujet remontent au 12 septembre 1812. Depuis, d'autres observateurs ont également étudié la question. M. Arago a rédigé une Note historique où toutes ces recherches sont analysées et appréciées. Il se propose de la lire à l'Académie et d'y joindre un examen des causes qui ont rendu ses résultats si différents de ceux du célèbre astronome prussien.

« Avoir traité, il y a trente ans, dit M. Arago, un sujet que M. Bessel » vient de trouver digne de ses savantes investigations; avoir précédé un » pareil observateur dans la découverte d'une vérité scientifique, c'est » un double honneur dont tout le monde trouvera naturel que j'aie dé» siré me prévaloir. »

M. **Arago** annonce qu'il fera, dans une prochaine séance, une communication relative à l'éclipse solaire du 8 juillet.

MÉCANIQUE CÉLESTE.—*Sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps; par* M. **Jacobi**.

« Les illustres géomètres du siècle passé, en traitant le problème des trois corps, ont cherché le mouvement de deux d'entre eux autour du troisième ou autour du centre de gravité de tous les trois. Mais, en réduisant de cette manière le problème de trois corps qui s'attirent mutuellement à un problème de deux corps qui se meuvent autour d'un point fixe, on fait perdre aux équations différentielles du problème cette forme précieuse dont elles jouissent dans leur état primitif, savoir, que les secondes différentielles des coordonnées soient égalées aux dérivées d'une même fonction. C'est par cette raison que les principes de la conservation des forces vives et des aires cessent d'avoir lieu par rapport aux deux corps. On pourra cependant éviter cet inconvénient en agissant de la manière suivante :

» Supposons, pour plus de généralité, que le système se compose de n corps, du soleil et de $n-1$ planètes. Comme il est permis de supposer que son centre de gravité reste en repos, on aura une équation linéaire

entre chacun des trois systèmes de coordonnées du même nom. Donc les n coordonnées parallèles à un même axe pourront être exprimées linéairement par $n - 1$ autres quantités, en établissant $n - 1$ équations de condition entre les $n (n - 1)$ constantes qui entrent dans ces n expressions linéaires. Comme on peut disposer encore d'un nombre $(n - 1)^2$ de constantes, on les déterminera de manière que, dans l'expression de la force vive du système, s'évanouissent les $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ produits des différentielles premières des nouvelles variables. En se servant de formules parfaitement semblables pour chaque système de coordonnées du même nom, et en considérant les nouvelles variables comme les coordonnées de $n - 1$ autres corps, *on aura réduit de cette manière la force vive du système des n corps proposés à celle d'un système de* $n - 1$ *corps,* des masses convenables étant attribuées à ces derniers. Il y aura même dans les formules de réduction un nombre $\frac{n(n-1)}{2}$ de constantes arbitraires et dont on pourra profiter de différentes manières.

» D'après ce qu'on vient de dire, le principe de la conservation des forces vives donnera une équation dans laquelle la somme des forces vives des $n - 1$ corps fictifs sera égalée à une fonction de leurs coordonnées. En se servant des règles générales de Lagrange, on en déduira, par de simples différentiations partielles, les équations différentielles du problème réduit, et l'on reconnaîtra aisément que la conservation des aires a lieu dans le mouvement des $n - 1$ corps par lesquels on a remplacé le système proposé. Ces $n - 1$ corps ne s'écartent d'ailleurs des $n - 1$ planètes que de petites quantités de l'ordre des forces perturbatrices, de manière que la première approximation peut être la même pour les uns et pour les autres. Le changement que, dans cette analyse, doit subir l'expression de la force perturbatrice n'augmente pas la difficulté de son développement.

» En appliquant la méthode que je viens d'exposer au problème des trois corps, on réduit celui-ci à un problème du mouvement de deux corps qui jouit de propriétés remarquables En effet, les trois équations fournies par la conservation des aires font voir :

» 1°. Que l'intersection commune des plans des orbites des deux corps reste constamment dans un plan fixe : c'est le plan invariable du système ;

» 2°. Que les inclinaisons des plans des deux orbites à ce plan fixe et les paramètres de ces orbites regardés comme des ellipses variables, sont quatre éléments, dont deux quelconques déterminent rigoureusement les deux autres.

» Choisissons pour variables du problème les inclinaisons des deux orbites au plan invariable, les deux rayons vecteurs, les angles qu'ils forment avec l'intersection commune des plans des deux orbites, enfin l'angle que forme cette intersection située, comme on a vu, dans le plan invariable, avec une droite fixe de ce plan. On trouvera *que ce dernier angle disparaît entièrement du système des équations différentielles et se détermine après leur intégration par une quadrature.* Donc, dans cette nouvelle forme des équations différentielles n'entre aucune trace des nœuds. Les six équations différentielles du second ordre, qui expriment le mouvement relatif des trois corps, s'y trouvent réduites à cinq équations du premier ordre et une seule du second. Par suite, l'on a fait cinq intégrations. Les intégrales connues n'étant qu'au nombre de quatre, on pourra donc dire que l'on a fait une intégration de plus dans le système du monde. Je dis dans le système du monde, puisque la même méthode s'applique à un nombre quelconque de corps.

ANALYSE.

» 1. Soient m la masse du Soleil, m_1 et m_2 celles des deux planètes; soient ξ, υ, ζ; $\xi_1, \upsilon_1, \zeta_1$; $\xi_2, \upsilon_2, \zeta_2$ les coordonnées rectangulaires des trois corps m, m_1, m_2, rapportées à leur centre de gravité. Comme on a les trois équations

$$(1)\quad \begin{cases} m\xi + m_1\xi_1 + m_2\xi_2 = 0, \\ m\upsilon + m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2 = 0, \\ m\zeta + m_1\zeta_1 + m_2\zeta_2 = 0, \end{cases}$$

il sera permis de faire

$$(2)\quad \begin{cases} \xi = \alpha x + \beta x_1, & \upsilon = \alpha y + \beta y_1, & \zeta = \alpha z + \beta z_1, \\ \xi_1 = \alpha_1 x + \beta_1 x_1, & \upsilon_1 = \alpha_1 y + \beta_1 y_1, & \zeta_1 = \alpha_1 z + \beta_1 z_1, \\ \xi_2 = \alpha_2 x + \beta_2 x_1, & \upsilon_2 = \alpha_2 y + \beta_2 y_1, & \zeta_2 = \alpha_2 z + \beta_2 z_1, \end{cases}$$

les six constantes α, β, etc., devant satisfaire aux deux conditions

$$(3)\quad \begin{cases} m\alpha + m_1\alpha_1 + m_2\alpha_2 = 0, \\ m\beta + m_1\beta_1 + m_2\beta_2 = 0. \end{cases}$$

Supposons de plus que, par les substitutions (2), la somme des forces vives

du système 2 T se change en cette expression

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} 2\,T = \mu\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right] \\ + \mu_1\left[\left(\frac{dx_1}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy_1}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz_1}{dt}\right)^2\right], \end{aligned} \right.$$

on aura les trois équations

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} \mu &= m\alpha\alpha + m_1\alpha_1\alpha_1 + m_2\alpha_2\alpha_2, \\ \mu_1 &= m\beta\beta + m_1\beta_1\beta_1 + m_2\beta_2\beta_2, \\ 0 &= m\alpha\beta + m_1\alpha_1\beta_1 + m_2\alpha_2\beta_2. \end{aligned} \right.$$

J'observe qu'en vertu des formules (3) on peut faire

$$(6)\quad \alpha_1\beta_2 - \alpha_2\beta_1 = \varepsilon.m, \quad \alpha_2\beta - \alpha\beta_2 = \varepsilon.m_1, \quad \alpha\beta_1 - \alpha_1\beta = \varepsilon.m_2,$$

ε étant un facteur indéterminé. Des formules (5) et (6) on tire aussi celle-ci :

$$(7)\quad \mu\mu_1 = m m_1 m_2 (m + m_1 + m_2)\,\varepsilon\varepsilon.$$

Si l'on fait

$$(8)\quad \left\{ \begin{aligned} xx + yy + zz = rr, \quad x_1x_1 + y_1y_1 + z_1z_1 = r_1r_1, \\ xx_1 + yy_1 + zz_1 = rr_1\cos U, \end{aligned} \right.$$

on aura

$$(9)\quad \left\{ \begin{aligned} \rho\rho &= (\xi_1 - \xi_2)^2 + (\upsilon_1 - \upsilon_2)^2 + (\zeta_1 - \zeta_2)^2 \\ &= \gamma^2 rr + 2\gamma\delta\, rr_1\cos U + \delta^2 r_1r_1, \\ \rho_1\rho_1 &= (\xi_2 - \xi)^2 + (\upsilon_2 - \upsilon)^2 + (\zeta_2 - \zeta)^2 \\ &= \gamma_1^2 rr + 2\gamma_1\delta_1 rr_1\cos U + \delta_1^2 r_1r_1, \\ \rho_2\rho_2 &= (\xi - \xi_1)^2 + (\upsilon - \upsilon_1)^2 + (\zeta - \zeta_1)^2 \\ &= \gamma_2^2 rr + 2\gamma_2\delta_2 rr_1\cos U + \delta_2^2 r_1r_1, \end{aligned} \right.$$

où l'on a mis, pour plus de simplicité,

$$(10)\quad \left\{ \begin{aligned} \gamma &= \alpha_1 - \alpha_2, & \delta &= \beta_1 - \beta_2, \\ \gamma_1 &= \alpha_2 - \alpha, & \delta_1 &= \beta_2 - \beta, \\ \gamma_2 &= \alpha - \alpha_1, & \delta_2 &= \beta - \beta_1, \end{aligned} \right.$$

ce qui donne

$$(11)\quad \gamma + \gamma_1 + \gamma_2 = 0, \quad \delta + \delta_1 + \delta_2 = 0.$$

Si l'on met

$$U = \frac{m m_1}{\rho_2} + \frac{m m_2}{\rho_1} + \frac{m_1 m_2}{\rho} = \sum \frac{m_1 m_2}{\rho},$$

le principe des forces vives fournit l'équation

$$(12) \qquad T = U - h = \sum \frac{m_1 m_2}{\rho} - h,$$

h étant une constante arbitraire. Or, si dans cette équation l'on substitue les valeurs des quantités T, ρ, ρ_1, ρ_2 tirées des formules (4) et (9), on aura tout de suite, par les règles générales données par Lagrange dans sa *Mécanique analytique*,

$$(13) \quad \left\{ \begin{aligned} \mu \frac{d^2 x}{dt^2} &= -\sum \frac{m_1 m_2 \gamma (\gamma x + \delta x_1)}{\rho^3} = \frac{dU}{dx}, \\ \mu \frac{d^2 y}{dt^2} &= -\sum \frac{m_1 m_2 \gamma (\gamma y + \delta y_1)}{\rho^3} = \frac{dU}{dy}, \\ \mu \frac{d^2 z}{dt^2} &= -\sum \frac{m_1 m_2 \gamma (\gamma z + \delta z_1)}{\rho^3} = \frac{dU}{dz}, \\ \mu_1 \frac{d^2 x_1}{dt} &= -\sum \frac{m_1 m_2 \delta (\gamma x + \delta x_1)}{\rho^3} = \frac{dU}{dx_1}, \\ \mu_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} &= -\sum \frac{m_1 m_2 \delta (\gamma y + \delta y_1)}{\rho^3} = \frac{dU}{dy_1}, \\ \mu_1 \frac{d^2 z_1}{dt^2} &= -\sum \frac{m_1 m_2 \delta (\gamma z + \delta z_1)}{\rho^3} = \frac{dU}{dz_1}. \end{aligned} \right.$$

On tire de ces formules les suivantes :

$$(14) \quad \left\{ \begin{aligned} \mu \left(y \frac{d^2 z}{dt^2} - z \frac{d^2 y}{dt^2} \right) &= -\mu_1 \left(y_1 \frac{d^2 z_1}{dt^2} - z_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} \right) \\ &= -(y z_1 - z y_1) \sum \frac{m_1 m_2 \gamma \delta}{\rho^3}, \\ \mu \left(z \frac{d^2 x}{dt^2} - z \frac{d^2 x}{dt^2} \right) &= -\mu_1 \left(z_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} - x_1 \frac{d^2 z_1}{dt^2} \right) \\ &= -(z x_1 - x z_1) \sum \frac{m_1 m_2 \gamma \delta}{\rho^3}, \\ \mu \left(x \frac{d^2 y}{dt} - y \frac{d^2 x}{dt^2} \right) &= -\mu_1 \left(x_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} - y_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} \right) \\ &= -(x y_1 - y x_1) \sum \frac{m_1 m_2 \gamma \delta}{\rho^3}. \end{aligned} \right.$$

Ces équations donnent les trois intégrales

$$(15)\quad \begin{cases} \mu\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)+\mu_1\left(y_1\frac{dz_1}{dt}-z_1\frac{dy_1}{dt}\right)=c, \\ \mu\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+\mu_1\left(z_1\frac{dx_1}{dt}-x_1\frac{dz_1}{dt}\right)=c_1, \\ \mu\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)+\mu_1\left(x_1\frac{dy_1}{dt}-y_1\frac{dx_1}{dt}\right)=c_2, \end{cases}$$

c, c_1, c_2, étant des constantes arbitraires. Je remarque à cette occasion les formules

$$(16)\quad \begin{cases} \mu\left(y_1\frac{d^2z}{dt^2}-z_1\frac{d^2y}{dt^2}\right)=\quad(yz_1-zy_1)\sum\frac{mm_1\gamma\gamma}{\rho^3}, \\ \mu_1\left(y\frac{d^2z_1}{dt^2}-z\frac{d^2y_1}{dt^2}\right)=-(yz_1-zy_1)\sum\frac{mm_1\delta\delta}{\rho^3}, \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$(17)\quad \begin{cases} \mu\mu_1\frac{d\left(y_1\frac{dz}{dt}-z\frac{dy_1}{dt}+y\frac{dz_1}{dt}-z\frac{dy_1}{dt}\right)}{dt} \\ =(yz_1-zy_1)\sum\frac{m_1m_2(\mu_1\gamma\gamma-\mu\delta\delta)}{\rho^3}. \end{cases}$$

On a deux autres systèmes de formules semblables à celui des formules (16) et (17), et qui se rapportent aux coordonnées z et x et aux coordonnées x et y.

» D'après une propriété connue des fonctions homogènes, il suit des formules (13)

$$(18)\quad \left\{ \begin{array}{l} \mu\left(x\frac{d^2x}{dt^2}+y\frac{d^2y}{dt^2}+z\frac{d^2z}{dt^2}\right) \\ +\mu_1\left(x_1\frac{d^2x_1}{dt^2}+y_1\frac{d^2y_1}{dt^2}+z_1\frac{d^2z_1}{dt^2}\right) \end{array} \right\}=-\,\mathrm{U}.$$

Donc, en faisant usage des formules (4) et (12), on obtient la suivante :

$$(19)\quad \left\{ \frac{d^2(\mu rr+\mu_1r_1r_1)}{dt^2}=2(\mathrm{U}-2h). \right.$$

Les six équations (13) pourront servir à déterminer les six quantités x, y, etc., en fonction du temps. Mais on pourra aussi choisir pour cet effet six autres équations indépendantes entre elles et qui se déduisent des

équations (13) par des combinaisons différentes, par exemple, les quatre équations (12) et (15), une des équations (14) et l'équation (19). En effet, on reviendra sans peine de ces dernières aux équations (13).

» On déterminera α, β, etc., par les quantités γ, δ, etc., au moyen des formules

$$(20)\quad \left\{\begin{array}{ll} M\alpha = m_1\gamma_2 - m_2\gamma_1, & M\beta = m_1\delta_2 - m_2\delta_1, \\ M\alpha_1 = m_2\gamma - m\,\gamma_2, & M\beta_1 = m_2\delta - m\,\delta_2, \\ M\alpha_2 = m\,\gamma_1 - m_1\gamma, & M\beta_2 = m\,\delta_1 - m_1\delta, \end{array}\right.$$

où $M = m + m_1 + m_2$. Ces formules étant substituées dans (5), on aura,

$$(21)\quad \left\{\begin{array}{l} M\mu = m_1m_2\gamma\gamma + m_2m\gamma_1\gamma_1 + mm_1\,\gamma_2\gamma_2, \\ M\mu_1 = m_1m_2\delta\delta + m_2m\delta_1\delta_1 + mm_1\,\delta_2\delta_2, \\ \quad o = m_1m_2\gamma\delta + m_2m\gamma_1\delta_1 + mm_1\,\gamma_2\delta_2, \end{array}\right.$$

formules analogues aux équations (5).

» **2.** Je veux discuter à présent la grandeur des différentes constantes qui entrent dans les formules précédentes. Ces constantes n'étant pas entièrement déterminées, il s'agira de faire telles suppositions sur leur grandeur respective qui pourront subsister avec les équations de condition établies entre ces constantes et qui permettront en même temps de faire usage des méthodes d'approximation connues.

» Les équations de condition que l'on a établies entre les constantes α, β, etc., sont les suivantes,

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} m\alpha + m_1\alpha_1 + m_2\alpha_2 = o, \\ m\beta + m_1\beta_1 + m_2\beta_2 = o, \\ m\alpha\beta + m_1\alpha_1\beta_1 + m_2\alpha_2\beta_2 = o; \end{array}\right.$$

celles que l'on a entre les six constantes γ, δ, etc., seront

$$(2\quad \left\{\begin{array}{l} \gamma + \gamma_1 + \gamma_2 = o, \\ \delta + \delta_1 + \delta_1 = o, \\ m_1m_2\gamma\delta + m_2m\gamma_1\delta_1 + mm_1\gamma_2\delta_2 = o. \end{array}\right.$$

Les masses des planètes étant très-petites par rapport au Soleil, les fractions $\frac{m_1}{m}$, $\frac{m_2}{m}$ seront des quantités très-petites du premier ordre. Cela posé, les équations (1) font voir qu'il est permis de supposer α_1 et β_2 très-proches de l'unité, pendant que les constantes α, α_2, β, β_1 seront des quantités

du premier ordre. En effet, si l'on fait

$$(3) \qquad \alpha_2 = \frac{m_1 \zeta}{m}, \quad \beta_1 = \frac{m_2 \eta}{m},$$

on tirera des équations (1) les formules approchées,

$$(4) \qquad \begin{cases} \alpha = -\frac{m_1}{m}, & \alpha_1 = 1, \quad 1 + \eta + \zeta = 0; \\ \beta = -\frac{m_2}{m}, & \beta_2 = 1, \end{cases}$$

d'où l'on tire les valeurs approchées correspondantes des quantités γ, δ, etc.,

$$(5) \qquad \begin{cases} \gamma = 1, & \gamma_1 = -\frac{m_1}{m}\eta, \quad \gamma_2 = -1, \\ \delta = -1, & \delta_1 = 1, \qquad \delta_2 = \frac{m_2}{m}\zeta. \end{cases}$$

Enfin les quantités μ et μ_1 s'écarteront peu des masses m_1 et m_2. Tous les écarts de ces valeurs approchées avec les véritables valeurs pourront être supposés de l'ordre des forces perturbatrices.

» Il suit des considérations précédentes, que les quantités x, y, z ne s'écarteront de ξ_1, υ_1, ζ_1, et que les quantités x_1, y_1, z_1 ne s'écarteront de ξ_2, υ_2, ζ_2 que de quantités de l'ordre des forces perturbatrices. Donc, si l'on imagine deux corps dont les coordonnées respectives sont x, y, z, et x_1, y_1, z_1, leur mouvement autour du centre de gravité du système des trois corps pourra, en première approximation, être regardé comme elliptique. La même chose aura lieu si le mouvement est rapporté à tout autre point qui ne s'écarte de ce centre que de quantités de l'ordre des forces perturbatrices. En négligeant ces quantités, on déduit des formules (3) et (13) du n° 1 les équations différentielles qui servent à lapremière approximation, et que l'on intégrera par les formules elliptiques connues,

$$(6) \qquad \begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{mm_1}{\gamma_2\mu} \cdot \frac{x}{r^3}, \\ \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{mm_1}{\gamma_2\mu} \cdot \frac{y}{r^3}, \\ \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{mm_1}{\gamma_2\mu} \cdot \frac{z}{r^3}, \\ \frac{d^2x_1}{dt^2} = -\frac{mm_2}{\delta_1\mu_1} \cdot \frac{x_1}{r_1^3}, \\ \frac{d^2y_1}{dt^2} = -\frac{mm_2}{\delta_1\mu_1} \cdot \frac{y_1}{r_1^3}, \\ \frac{d^2z_1}{dt^2} = -\frac{mm_2}{\delta_1\mu_1} \cdot \frac{z_1}{r_1^3}. \end{cases}$$

où les facteurs $-\frac{m_1}{\gamma_2\mu}$, $\frac{m_2}{\delta_1\mu_1}$ ne s'écartent de l'unité que de quantités du premier ordre par rapport aux forces pertubatrices. Si l'une des deux planètes, par exemple la seconde, est beaucoup plus éloignée du Soleil que l'autre, il conviendra de substituer aux trois dernières de ces équations celles-ci :

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2 x_1}{dt^2} &= -\frac{m_2}{\mu_1}\left(\frac{m}{\delta_1} - \frac{m_1}{\delta}\right)\frac{x_1}{r_1^3},\\ \frac{d^2 y_1}{dt^2} &= -\frac{m_2}{\mu_1}\left(\frac{m}{\delta_1} - \frac{m_1}{\delta}\right)\frac{y_1}{r_1^3},\\ \frac{d^2 z_1}{dt^2} &= -\frac{m_2}{\mu_1}\left(\frac{m}{\delta_1} - \frac{m_1}{\delta}\right)\frac{z_1}{r_1^3}. \end{aligned}\right.$$

Dans les approximations successives l'on pourra laisser indéterminées les quantités μ, μ_1, γ, δ, etc. ; seulement il sera bon de fixer la valeur de la quantité $\frac{\delta}{\gamma}$. Si l'on fait exactement $\gamma = \alpha_1 - \alpha_2 = 1$, $\delta = \beta_1 - \beta_2 = -1$, on aura

$$(8)\qquad \xi_1 - \xi_2 = x - x_1,\quad \upsilon_1 - \upsilon_2 = y - y_1,\quad \zeta_1 - \zeta_2 = z - z_1.$$

Dans ce cas, on peut envisager les quantités x, y, z et x_1, y_1, z_1 comme les coordonnées des deux planètes elles-mêmes, mais rapportées à un autre point que le centre de gravité du système. En effet, on pourra faire, en même temps,

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} \xi_1 &= x + a, & \upsilon_1 &= y + b, & \zeta_1 &= z + c,\\ \xi_2 &= x_1 + a, & \upsilon_2 &= y_1 + b, & \zeta_2 &= z_1 + c, \end{aligned}\right.$$

a, b, c étant déterminées par les équations

$$(10)\qquad a = \alpha_2 x + \beta_1 x_1,\quad b = \alpha_2 y + \beta_1 y_1,\quad c = \alpha_2 z + \beta_1 z_1.$$

Or des équations

$$\xi_1 = \alpha_1 x + \beta_1 x_1,\quad \xi_2 = \alpha_2 x + \beta_2 x_1,$$

on tire

$$\alpha_2 \xi_1 + \beta_1 \xi_2 = (\alpha_1 + \beta_1)\alpha_2 x + (\alpha_2 + \beta_2)\beta_1 x_1;$$

et comme on a $\alpha_1 + \beta_1 = \alpha_2 + \beta_2$, on aura aussi

$$a = \frac{\alpha_2 \xi_1 + \beta_1 \xi_2}{\alpha_1 + \beta_1}.$$

On trouve de la même manière

$$b = \frac{\alpha_2 v_1 + \beta_1 v_2}{\alpha_1 + \beta_1}, \qquad c = \frac{\alpha_2 \zeta_1 + \beta_1 \zeta_2}{\alpha_1 + \beta_1}.$$

Si l'on retranche des coordonnées a, ξ_1 et ξ_2 la même quantité

$$\frac{m\xi + m_1\xi_1 + m_2\xi_2}{M},$$

M étant la somme des masses, on trouvera, après quelques réductions, la valeur suivante de a, et de la même manière les valeurs ci-jointes de b et de c,

$$(11) \quad \left\{ \begin{aligned} a &= \frac{\xi + \gamma_1\xi_1 - \delta_2\xi_2}{1 + \gamma_1 - \delta_2}, \\ b &= \frac{v + \gamma_1 v_1 - \delta_2 v_2}{1 + \gamma_1 - \delta_2}, \\ c &= \frac{\zeta + \gamma_1\zeta_1 - \delta_2\zeta_2}{1 + \gamma_1 - \delta_2}. \end{aligned} \right.$$

Les constantes γ_1 et δ_2 qui entrent dans ces formules pourront être des quantités quelconques remplissant l'équation de condition

$$(12) \qquad \left(\gamma_1 - \frac{m_1}{m}\right)\left(\delta_2 + \frac{m_2}{m}\right) = \frac{M}{m}\gamma_1\delta_2;$$

il sera donc, entre autres, permis de mettre

$$(13) \qquad \delta_2 = 0, \quad \gamma_1 = \frac{m_1}{m}, \quad \text{ou} \quad \gamma_1 = 0, \quad \delta_2 = -\frac{m_2}{m}.$$

En supposant toujours

$$\gamma = -\delta = 1,$$

on aura encore

$$(14) \quad \left\{ \begin{aligned} &M\alpha = -[(m_1 + m_2)\gamma_1 + m_1], \qquad M\beta = (m_1 + m_2)\delta_2 - m_1, \\ &M\alpha_1 = m\gamma_1 + m + m_2, \qquad\qquad M\beta_1 = -[m\delta_2 + m_2], \\ &M\alpha_2 = m\gamma_1 - m_1, \qquad\qquad\quad M\beta_2 = -m\delta_2 + m + m_1, \\ &\gamma_2 = -(1 + \gamma_1), \qquad \delta_1 = 1 - \delta_2, \\ &\mu = mm_2\gamma_1\frac{1 + \gamma_1 - \delta_2}{m\delta_2 + m_2} = \frac{m_2(m\gamma_1 - m_1)}{M\delta_2}(1 + \gamma_1 - \delta_2), \\ &\mu_1 = mm_1\delta_2\frac{1 + \gamma_1 - \delta_2}{m\gamma_1 - m_1} = \frac{m_1(m\delta_2 + m_2)}{M\gamma_1}(1 + \gamma_1 - \delta_2). \end{aligned} \right.$$

Les formules (11) sont indépendantes de l'origine des coordonnées; elles font voir que le point autour duquel on suppose les deux planètes décrire

des orbites elliptiques variables est le centre de gravité des trois corps, si l'on donne respectivement au Soleil, à la première et à la deuxième planète, les masses $1, \gamma_1, -\delta_2$. Si l'on fait $\delta_2 = 0$, ce point deviendra le centre de gravité du Soleil et de la première planète, en leur attribuant leurs masses effectives m et m_1. On aura dans ce cas

$$
(15)\quad \left\{
\begin{array}{lll}
\alpha = -\dfrac{m_1}{m}, & \alpha_1 = 1, & \alpha_2 = 0, \\
\beta = -\dfrac{m_1}{M}, & \beta_1 = -\dfrac{m_2}{M}, & \beta_2 = \dfrac{m+m_1}{M}, \\
\gamma = 1, & \gamma_1 = \dfrac{m_1}{m}, & \gamma_2 = -\left(1 + \dfrac{m_1}{m}\right), \\
\delta = -1, & \delta_1 = 1, & \delta_2 = 0, \\
\mu = m_1\left(1 + \dfrac{m_1}{m}\right), & & \mu_1 = m_2\,\dfrac{m+m_1}{M}.
\end{array}
\right.
$$

On voit donc qu'il faudra attribuer aux planètes des masses un peu différentes dont la raison n'est plus $\frac{m_1}{m_2}$, mais $\frac{m_1}{m_2}\,\frac{M}{m}$.

» **3.** Ayant établi entre les quantités x, y, etc., les équations (6) du n° **2**, les corps dont les coordonnées sont x, y, z et x_1, y_1, z_1, décriront autour de l'origine des coordonnées comme foyer des orbites elliptiques. Nommons, par rapport au premier de ces corps,

$2a$ le grand axe de son orbite,
$2p$ le paramètre,
i l'inclinaison du plan de l'orbite à un plan fixe,
Ω la longitude du nœud ascendant du plan de l'orbite sur le plan fixe,

et notons d'un trait les mêmes quantités rapportées au deuxième corps; cela posé, on aura par les formules connues pour le mouvement elliptique d'une planète autour du Soleil,

$$
(1)\quad \left\{
\begin{aligned}
x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} &= k\sqrt{p}\cos i, \\
y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt} &= k\sqrt{p}\sin i\sin\Omega, \\
z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt} &= -k\sqrt{p}\sin i\cos\Omega, \\
x_1\frac{dy_1}{dt} - y_1\frac{dy}{dt} &= k_1\sqrt{p_1}\cos i_1, \\
y_1\frac{dz_1}{dt} - z_1\frac{dy_1}{dt} &= k_1\sqrt{p_1}\sin i_1\sin\Omega_1, \\
z_1\frac{dx_1}{dt} - x_1\frac{dz_1}{dt} &= -k_1\sqrt{p_1}\sin i_1\sin\Omega_1,
\end{aligned}
\right.
$$

où l'on a

$$(2)\qquad kk = -\frac{1}{\gamma_2}\frac{mm_1}{\mu},\quad k_1k_1 = \frac{1}{\delta_1}\frac{mm_2}{\mu_1},$$

et où pour le plan des x et y est pris le plan fixe, et pour l'axe des x la droite fixe de laquelle les nœuds ascendants sont comptés.

» Pour le véritable mouvement donné par les équations (13) du n° **1**, on laisse subsister la forme des expressions elliptiques, en en faisant varier les éléments. Dans cette supposition, *l'on a entre les six éléments troublés* $p, i, \Omega, p_1, i_1, \Omega_1$, *trois équations au moyen desquelles on exprime immédiatement les trois quantités* $\sqrt{p_1}\cos i_1$, $\sqrt{p_1}\sin i_1\sin\Omega_1$, $\sqrt{p_1}\sin i_1\cos\Omega_1$, *par les trois autres* $\sqrt{p}\cos i$, $\sqrt{p}\sin i\sin\Omega$, $\sqrt{p}\sin i\cos\Omega$. En effet, en substituant les formules (1) dans les formules (15) du n° **1**, l'on trouve entre ces quantités les simples relations suivantes :

$$(3)\qquad \begin{cases} \mu k\sqrt{p}\cos i + \mu_1k_1\sqrt{p_1}\cos i_1 = c_2, \\ \mu k\sqrt{p}\sin i\sin\Omega + \mu_1k_1\sqrt{p_1}\sin i_1\sin\Omega_1 = c, \\ \mu k\sqrt{p}\sin i\cos\Omega + \mu_1k_1\sqrt{p_1}\sin i_1\cos_1\Omega = c_1, \end{cases}$$

c, c_1, c_2 étant des constantes arbitraires.

» On sait que l'on peut disposer de la direction des axes des coordonnées de manière à faire évanouir deux des trois constantes c, c_1, c_2. Supposons donc

$$c = 0,\quad c_1 = 0,$$

le plan des x et y sera celui auquel *Laplace* a donné le nom de *plan invariable*. En faisant $c = c_1 = 0$, les équations (3) se changent dans les suivantes,

$$(4)\qquad \begin{cases} \mu k\sqrt{p}\cos i + \mu_1k_1\sqrt{p_1}\cos i_1 = c_2, \\ \mu k\sqrt{p}\sin i + \mu_1k_1\sqrt{p_1}\sin i_1 = 0, \\ \Omega = \Omega_1. \end{cases}$$

» Les deux premières de ces formules font voir *que les inclinaisons des plans des deux orbites au plan invariable sont parfaitement déterminées par les deux paramètres*, et *vice versa*. Nommant $I = i_1 - i$ l'inclinaison mutuelle des deux plans, on déterminera I par la formule

$$(5)\qquad 4\mu\mu_1kk_1\sqrt{pp_1}\sin I^2 = \{\mu k\sqrt{p} + \mu_1k_1\sqrt{p_1}\}^2 - c,$$

et ensuite on aura i et i_1 eux-mêmes par les formules

$$(6)\quad \begin{cases} c_2 \sin i_1 = \mu k \sqrt{p} \sin I, \\ c_2 \sin i = -\mu_1 k_1 \sqrt{p_1} \sin I. \end{cases}$$

» Il suit de ces formules *que le plan invariable passera constamment entre les plans des deux orbites.* On voit par la troisième des formules (4), que *l'intersection commune des plans des deux orbites se meut dans le plan invariable.* Je remarque que la position du plan d'une orbite est indépendante de la forme que l'on suppose à cet orbite, et qu'elle est entièrement déterminée dès que le centre du mouvement ou l'origine des coordonnées est fixé. En effet, ce plan est celui qui passe, dans chaque moment du temps, par l'origine des coordonnées et par deux positions consécutives de la planète.

» 4. L'intersection commune des plans des deux orbites tournant autour du centre des coordonnées dans un plan fixe dans l'espace, et que l'on prendra pour celui des x et y, il paraît naturel de prendre pour variables,

Les deux rayons vecteurs.................................. r et r_1,
Leurs distances au nœud ascendant commun des plans des deux orbites.. v et v_1,
Les inclinaisons de ces plans au plan invariable........... i et i_1,
La longitude du nœud ascendant commun des deux plans ou sa distance à l'axe des x.............................. Ω.

Par les formules connues de la trigonométrie sphérique, on aura

$$(1)\quad \begin{cases} x = r(\cos\Omega \cos v - \sin\Omega \cos i \sin v), \\ y = r(\sin\Omega \cos v + \cos\Omega \cos i \sin v), \\ z = r \sin i \sin v, \\ x_1 = r_1(\cos\Omega \cos v_1 - \sin\Omega \cos i_1 \sin v_1), \\ y_1 = r_1(\sin\Omega \cos v_1 + \cos\Omega \cos i_1 \sin v_1), \\ z_1 = r_1 \sin i_1 \sin v_1. \end{cases}$$

Nommons δv l'angle de deux rayons vecteurs consécutifs de la première planète fictive; comme dans le plan de l'orbite d'une planète se trouve aussi sa position consécutive, on tirera des formules (1) les deux systèmes de formules

$$(2)\quad \begin{cases} d\,\dfrac{x}{r} = -(\cos\Omega \sin v + \sin\Omega \cos i \cos v)\delta v = A\delta v, \\ d\,\dfrac{y}{r} = -(\sin\Omega \sin v - \cos\Omega \cos i \cos v)\delta v = B\delta v, \\ d\,\dfrac{z}{r} = \sin i \cos v \delta v = C\delta v; \end{cases}$$

$$(3)\quad \begin{cases} d\frac{x}{r} = A dv + A' di - \frac{y}{r} d\Omega, \\ d\frac{y}{r} = B dv + B' di + \frac{x}{r} d\Omega, \\ d\frac{z}{r} = C dv + C' di, \end{cases}$$

en faisant

$$(4)\quad \begin{cases} A' = \sin\Omega \sin i \sin v, \\ B' = -\cos\Omega \sin i \sin v, \\ C' = \cos i \sin v. \end{cases}$$

Il suit des formules (2) et (3),

$$(5)\quad \begin{cases} 0 = A(dv - \delta v) + A' di - \frac{y}{r} d\Omega, \\ 0 = B(dv - \delta v) + B' di + \frac{x}{r} d\Omega, \\ 0 = C(dv - \delta v) + C' di. \end{cases}$$

On tire des formules (1), (2) et (4)

$$(6)\quad \begin{cases} \cos\Omega . A + \sin\Omega . B = -\sin v, \\ \cos\Omega . A' + \sin\Omega . B' = 0, \\ -\cos\Omega . y + \sin\Omega . x = -r\cos i \sin v. \end{cases}$$

On aura donc, d'après les formules (5),

$$(7)\quad \begin{cases} \delta v - dv = \cos i\, d\Omega = \operatorname{tang} v . \frac{di}{\operatorname{tang} i}, \\ d\Omega = \operatorname{tang} v . \frac{di}{\sin i}. \end{cases}$$

La formule

$$\delta v - dv = \cos i\, d\Omega$$

peut être déduite aisément de la considération d'un triangle sphérique formé par les côtés

$$d\Omega,\quad v + \delta v,\quad v + dv.$$

» Soient

$$(8)\quad \begin{cases} \cos\Omega = n\cos p, & \sin\Omega = n'\cos p', \\ \cos i\sin\Omega = n\sin p, & \cos i\sin\Omega = n'\sin p', \end{cases}$$

on aura

$$(9)\quad \begin{cases} x = r\,.\,n\cos(v+p), & y = r.n'\cos(v-p'), \\ d.\frac{x}{r} = -\,n\sin(v+p)\delta v, & d.\frac{y}{r} = -\,n'\sin(v-p')\delta v. \end{cases}$$

Il s'ensuit de ces formules,

$$xd.\frac{y}{r} - yd.\frac{x}{r} = r\,nn'\sin(p+p')\delta v,$$
$$yd.\frac{z}{r} - zd.\frac{y}{r} = r\sin i.n'\cos p'.\delta v,$$
$$zd.\frac{x}{r} - xd.\frac{z}{r} = -\,r\sin i.n\cos p.\delta v,$$

ou, en substituant les formules (8),

$$(10)\quad \begin{cases} xdy - ydx = rr\cos i.\delta v, \\ ydz - zdy = rr\sin\Omega\sin i.\delta v, \\ zdx - xdz = -rr\cos\Omega\sin i.\delta v. \end{cases}$$

Ajoutant les carrés de ces équations, on a, d'après des formules connues,

$$rr(dx^2 + dy^2 + dz^2 - dr^2) = r^4\delta v^2,$$

ou

$$(11)\quad dxdx + dydy + dzdz = drdr + rr\delta v\delta v.$$

Pour avoir des formules semblables par rapport à la deuxième des planètes fictives, on n'a qu'à ajouter un trait à chaque lettre dans les formules (2), (10) et (11), pourvu qu'on nomme $dv_{,}$ l'angle que forment ses deux rayons vecteurs consécutifs. Donc, puisqu'on a $\Omega_{,} = \Omega$, il viendra, d'après la seconde des formules (7),

$$(12)\quad \operatorname{tang} v.\frac{di}{\sin i} = \operatorname{tang} v_{,}.\frac{di_{,}}{\sin i}.$$

Mettant $c = c_{,} = 0$ dans les formules (15), n° 1, et substituant les for-

mules (10), ainsi que leurs semblables relatives à la deuxième planète, on a

$$(13)\quad \begin{cases} \mu rr\cos i.\delta v + \mu_1 r_1 r_1 \cos i_1.\delta v_1 = c_2 dt, \\ \mu rr\sin i.\delta v + \mu_1 r_1 r_1 \sin i_1.\delta v_1 = 0. \end{cases}$$

De ces formules on tire les valeurs suivantes de δv et de δv_1:

$$(14)\quad \begin{cases} \delta v = dv + \tang v \dfrac{di}{\tang i} = \dfrac{c_2 \sin i}{\mu rr \sin I} dt, \\ \delta v_1 = dv_1 + \tang v_1 \dfrac{di_1}{\tang i_1} = -\dfrac{c_2 \sin i}{\mu_1 r_1 r_1 \sin I} dt, \end{cases}$$

où, comme ci-dessus, on a fait $I = i_1 - i$. Substituant la première de ces formules dans la première des formules (10), il vient

$$(15)\quad x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} = \frac{c_2 \sin i_1 \cos i}{\mu \sin I}.$$

La différentielle de cette quantité sera égale à

$$-\frac{c_2}{\mu}.\frac{\sin i_1^2 \cos i^2}{\sin I^2} d.\frac{\sin I}{\sin i_1 \cos i} = \frac{c_2}{\mu}.\frac{\sin i_1^2 \cos i^2}{\sin I^2} d.\tang i c.\tang i_1;$$

on aura donc

$$(16)\quad x\frac{d^2y}{dt^2} - y\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{c_2}{\mu \sin I^2}\left(\sin i_1 \cos i_1 \frac{di}{dt} - \sin i \cos i \frac{di_1}{dt}\right).$$

On tire encore des formules (11) et (14) la suivante

$$(17)\quad \cos i_1 dv - \cos i dv_1 = \frac{c_2}{\sin I}\left(\frac{\sin i_1 \cos i_1}{\mu rr} + \frac{\sin i \cos i}{\mu_1 r_1 r_1}\right)dt.$$

L'expression de la force vive du système est fournie par la formule (4), n° 1, et par les formules (11) et (14) données ci-dessus,

$$(18)\quad \begin{cases} 2T = \mu\left[rr\left(\dfrac{\delta v}{dt}\right)^2 + \left(\dfrac{\delta r}{dt}\right)^2\right] + \mu_1\left[r_1 r_1\left(\dfrac{\delta v_1}{dt}\right)^2 + \left(\dfrac{\delta r_1}{dt}\right)^2\right] \\ \qquad = \dfrac{c_2^2}{\sin I^2}\left(\dfrac{\sin i_1^2}{\mu rr} + \dfrac{\sin i^2}{\mu_1 r_1 r_1}\right) + \mu\left(\dfrac{dr}{dt}\right)^2 + \mu_1\left(\dfrac{dr_1}{dt}\right)^2. \end{cases}$$

Les formules (12) et (19), n° **1**, donnent

$$(19)\quad \begin{cases} 2\mathrm{T} = 2\mathrm{U} - 2h, \\ \mu r\dfrac{d^2r}{dt^2} + \mu_1 r_1\dfrac{d^2r_1}{dt^2} + \mu\left(\dfrac{dr}{dt}\right)^2 + \mu_1\left(\dfrac{dr_1}{dt}\right)^2 = \mathrm{U} - 2h, \end{cases}$$

d'où vient

$$(20)\quad \begin{cases} \mu\left[2r\dfrac{d^2r}{dt^2} + \left(\dfrac{dr}{dt}\right)^2\right] + \mu_1\left[2r_1\dfrac{d^2r_1}{dt^2} + \left(\dfrac{dr_1}{dt}\right)^2\right] \\ \qquad - \dfrac{c_2^2}{\sin \mathrm{I}^2}\left[\dfrac{\sin i_1^2}{\mu rr} + \dfrac{\sin i^2}{\mu_1 r_1 r_1}\right] + 2h = 0. \end{cases}$$

Remarquons encore la formule qui dérive des formules (1),

$$(21)\quad xy_1 - yx_1 = rr_1(\cos i_1 \sin v_1 \cos v - \cos i \sin v \cos v_1).$$

Des formules (12) et (16) on tire

$$(22)\quad \begin{cases} x\dfrac{d^2y}{dt^2} - y\dfrac{d^2x}{dt^2} = \dfrac{c_2 \sin i_1}{\mu \cos v \sin v_1 \sin \mathrm{I}^2}(\cos i_1 \sin v_1 \cos v - \cos i \sin v \cos v_1)\dfrac{di}{dt} \\ \qquad = \dfrac{c_2 \sin i_1\,(xy_1 - yx_1)}{\mu \cos v \sin v_1 \sin \mathrm{I}^2 rr_1}\,\dfrac{di}{dt}. \end{cases}$$

Substituant cette formule dans la dernière des formules (14), n° **1**, il vient

$$(23)\quad \frac{c_2 \sin i_1}{\cos v \sin v_1 \sin \mathrm{I}^2 rr_1}\,\frac{di}{dt} = -\left(\frac{mm_1\gamma_2\delta_2}{\rho_2^3} + \frac{mm_1\gamma_1\delta_1}{\rho_1^3} + \frac{m_1m_2\gamma\delta}{\rho^3}\right).$$

Comme on a, d'après les formules (11) et (14),

$$(24)\quad xd^2x + yd^2y + zd^2z = \tfrac{1}{2}d^2.rr - (drdr + rr\delta v^2) = rd^2r - c_2^2\,\frac{\sin i_1^2}{\mu^2 r^2 \sin \mathrm{I}^2}dt^2,$$

il suit des formules (13), n° **1**,

$$(25)\quad \begin{cases} \mu\dfrac{d^2r}{dt^2} = \dfrac{c_2c_2}{\mu}\cdot\dfrac{\sin i_1^2}{\sin \mathrm{I}^2 r^3} - \dfrac{mm_1\gamma_2(\gamma_2 r + \delta_2 r_2 \cos \mathrm{U})}{\rho_2^3} \\ \qquad - \dfrac{mm_2\gamma_1(\gamma_1 r + \delta_1 r_1 \cos \mathrm{U})}{\rho_1^3} - \dfrac{m_1m_2\gamma(\gamma r + \delta r_1 \cos \mathrm{U})}{\rho^3}. \end{cases}$$

Des formules (18) et (25) on peut déduire la suivante

$$(26)\quad \frac{c_2^2}{\mu rr}d.\frac{\sin i_1^2}{\sin \mathrm{I}^2} + \frac{c_2^2}{\mu_1 r_1 r_1}d.\frac{\sin^2 i^2}{\sin \mathrm{I}^2} = 4rr_1 \sin \mathrm{U}\,d\mathrm{U}\left(\frac{mm_1\gamma_2\delta_2}{\rho_2^3} + \frac{mm_2\gamma_2\delta_1}{\rho_1^3} + \frac{m_1m_2\gamma\delta}{\rho^3}\right).$$

On obtient aussi la valeur de dU en observant que, dans l'équation

$$\cos U = \cos v \cos v_1 + \cos I \sin v \sin v_1,$$

on peut mettre en même temps $U + dU$, $v + \delta v$, $v_1 + \delta v_1$ au lieu de U, v, v_1, ce qui donne

$$(27)\left\{\begin{aligned} \sin U dU = {} & (\sin v \cos v_1 - \cos I \cos v \sin v_1)\delta v \\ & + (\cos v \sin v_1 - \cos I \sin v \cos v_1)\delta v_1. \end{aligned}\right.$$

Si, dans le triangle sphérique formé par les côtés U, v, v_1, on nomme φ et φ_1 les angles opposés aux côtés v et v_1, on a

$$(28) \qquad dU = \cos\varphi\delta v + \cos\varphi_1\delta v_1,$$

formule qui fournit l'interprétation géométrique de la formule (27).

» Les formules (14), (23) et (27) pourront servir à vérifier la formule (26).

» 5. Entre les six quantités

$$r, r_1; \quad v, v_1; \quad i, i_1$$

et le temps t, on a, d'après les formules (12), (14), (19), (23) du précédent article, les équations suivantes qui pourront servir à développer ces quantités en fonctions du temps.

Équations différentielles du problème des trois corps.

I. $$\operatorname{tang} v \frac{di}{\sin i} = \operatorname{tang} v_1 . \frac{di_1}{\sin i_1},$$

II. $$\operatorname{tang} v \frac{di}{\operatorname{tang} i} + dv = \frac{c_2}{\mu} . \frac{\sin i_1}{\sin I} \frac{dt}{rr},$$

III. $$\operatorname{tang} v \frac{di_1}{\operatorname{tang} i_1} + dv_1 = \frac{c_2}{\mu_1} . \frac{\sin i}{\sin I} \frac{dt}{r_1 r_1},$$

IV. $$\frac{c_2 \sin i_1}{\cos v \sin v_1 \sin I^2 r r_1} di = -\left(\frac{m m_1 \gamma_2 \delta_2}{\rho_2^3} + \frac{m m_2 \gamma_1 \delta_1}{\rho_1^3} + \frac{m_1 m_2 \gamma \delta}{\rho^3}\right) dt,$$

V. $$\frac{c_2^2}{\sin I^2}\left(\frac{\sin i_1^2}{\mu rr} + \frac{\sin i^2}{\mu_1 r_1 r_1}\right) + \mu\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \mu_1\left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 = 2U - 2h,$$

VI. $$\frac{d^2(\mu rr + \mu_1 r_1 r_1)}{dt^2} = 2U - 4h.$$

On a mis dans ces formules

$$(1)\quad \begin{cases} \mathrm{U} = \dfrac{mm_1}{\rho_2} + \dfrac{mm_2}{\rho_1} + \dfrac{m_1m_2}{\rho}, \\ \rho\rho = \gamma\gamma rr + 2\gamma\delta rr_1 \cos \mathrm{U} + \delta\delta r_1r_1, \\ \rho_1\rho_1 = \gamma_1\gamma_1 rr + 2\gamma_1\delta_1 rr_1 \cos \mathrm{U} + \delta_1\delta_1 r_1r_1, \\ \rho_2\rho_2 = \gamma_2\gamma_2 rr + 2\gamma_2\delta_2 rr_1 \cos \mathrm{U} + \delta_2\delta_2 r_1r_1, \\ \cos \mathrm{U} = \cos v \cos v_1 + \cos \mathrm{I} \sin v \sin v_1. \end{cases}$$

Entre les six constantes γ, δ, etc., on a les équations de condition

$$(2)\quad \begin{cases} \gamma + \gamma_1 + \gamma_2 = 0, \\ \delta + \delta_1 + \delta_2 = 0, \\ m_1m_2\gamma\delta + m_2m\gamma_1\delta_1 + mm_1\gamma_2\delta_2 = 0, \end{cases}$$

où m, m_1, m_2 sont les masses du Soleil et des deux planètes. Donc trois des constantes γ, δ, etc., pourront être prises à l'arbitraire. Les quantités μ et μ_1 sont déterminées par les formules

$$(3)\quad \begin{cases} \mathrm{M}\mu = m_1m_2\gamma\gamma + m_2m\gamma_1\gamma_1 + mm_1\gamma_2\gamma_2, \\ \mathrm{M}\mu_1 = m_1m_2\delta\delta + m_2m\delta_1\delta_1 + mm_1\delta_2\delta_2, \end{cases}$$

M étant la somme des trois masses.

» Après avoir intégré complétement le système des six équations (I à VI), on a encore à déterminer l'angle Ω au moyen de la formule

$$\text{VII.}\qquad d\Omega = \operatorname{tang} v \cdot \frac{di}{\sin i},$$

ce qui se fait par une simple quadrature. On formera ensuite les six quantités

$$(4)\quad \begin{cases} x = r(\cos\Omega\cos v - \sin\Omega\cos i \sin v), & x_1 = r_1(\cos\Omega\cos v_1 - \sin\Omega\cos i_1 \sin v_1), \\ y = r(\sin\Omega\cos v + \cos\Omega\cos i\sin v), & y_1 = r_1(\sin\Omega\cos v_1 + \cos\Omega\cos i_1\sin v_1), \\ z = r\sin i\sin v, & z_1 = r_1\sin i_1\sin v_1, \end{cases}$$

et les six constantes

$$(5)\quad \begin{cases} \alpha = \dfrac{m_1\gamma_2 - m_2\gamma_1}{\mathrm{M}}, & \beta = \dfrac{m_1\delta_2 - m_2\delta_1}{\mathrm{M}}, \\ \alpha_1 = \dfrac{m_2\gamma - m\gamma_2}{\mathrm{M}}, & \beta_1 = \dfrac{m_2\delta - m\delta_2}{\mathrm{M}}, \\ \alpha_2 = \dfrac{m\gamma_1 - m_1\gamma}{\mathrm{M}}, & \beta_2 = \dfrac{m\delta_1 - m_1\delta}{\mathrm{M}}, \end{cases}$$

après quoi on aura les coordonnées rectangulaires du Soleil et des deux planètes, rapportées à leur centre de gravité, le plan invariable étant pris pour celui des x et y,

$$(6)\begin{cases} \xi = \alpha x + \beta x_1, & \xi_1 = \alpha_1 x + \beta_1 x_1, & \xi_2 = \alpha_2 x + \beta_2 x_1, \\ \upsilon = \alpha y + \beta y_1, & \upsilon_1 = \alpha_1 y + \beta_1 y_1, & \upsilon_2 = \alpha_2 y + \beta_2 y_1, \\ \zeta = \alpha z + \beta z_1, & \zeta_1 = \alpha_1 z + \beta_1 z_1, & \zeta_2 = \alpha_2 z + \beta_2 z_1. \end{cases}$$

Voilà donc le problème des trois corps réduit à l'intégration des six équations (I à VI) et à une quadrature. *Les six équations différentielles* (I à VI) *sont toutes du premier degré, hors une seule qui est du second, et il n'y entre aucune trace des nœuds.* »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Théorie nouvelle des mouvements planétaires, ou application du calcul des résidus à l'astronomie; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les beaux Mémoires de Lagrange, de Laplace et de Poisson, sur la variation des constantes arbitraires, ont réduit la détermination des mouvements planétaires à l'intégration d'équations différentielles qui renferment, avec le temps et les éléments de chaque orbite, les dérivées partielles d'une fonction perturbatrice, prises par rapport à ces mêmes éléments. La question étant ramenée à ce point, les perfectionnements ultérieurs de l'analyse appliquée à l'astronomie, et la simplicité plus ou moins grande des calculs à l'aide desquels on obtiendra, par des approximations successives, des valeurs plus ou moins exactes des éléments, dépendront surtout de la forme assignée au développement de la fonction perturbatrice. Or, après avoir de nouveau réfléchi sur ce sujet, j'ai acquis la conviction que les formes de développement jusqu'ici adoptées par les géomètres n'étaient pas celles qui se prêtaient le mieux à des approximations rapides; et j'ajouterai que, même après les modifications que j'ai fait subir dans plusieurs Mémoires aux formes dont il s'agit, elles laissaient encore beaucoup à désirer sous le double rapport de la simplicité des résultats et de l'économie de temps. Le présent Mémoire a pour objet une nouvelle forme de développement qui, sous l'un et l'autre rapport, offre des avantages importants et inespérés. Entrons à cet égard dans quelques détails.

» Un théorème du calcul des résidus sert à exprimer en termes finis une

intégrale dans laquelle la fonction sous le signe $\int$ est une fonction rationnelle, souvent même une fonction transcendante d'une exponentielle trigonométrique, lorsque cette intégrale est prise entre deux limites de l'argument dont la première se réduit à zéro, la seconde à une circonférence entière. Suivant un autre théorème, si, après avoir multiplié, dans une semblable intégrale, l'exponentielle trigonométrique par un module quelconque, l'on fait varier ce module, la valeur de l'intégrale restera invariable, tant que la fonction sous le signe $\int$ ne cessera pas d'être une fonction continue de l'argument. Or ces deux théorèmes fournissent, en astronomie, pour le développement de la fonction perturbatrice relative à chaque planète, une méthode digne de remarque et que je vais indiquer en peu de mots.

» On sait que, dans chaque fonction perturbatrice, les termes dont les développements se calculent avec le plus de peine sont les termes réciproquement proportionnels aux distances mutuelles des planètes. Ainsi, dans la question qui nous occupe, il s'agit principalement de développer en série convergente la première puissance négative de la distance effective entre deux planètes. Or Euler a donné un moyen fort simple de développer cette puissance en une série de cosinus des multiples de la distance apparente. Ce moyen consiste à décomposer la distance effective, élevée à la puissance du degré -1, en deux facteurs imaginaires, puis à multiplier l'un par l'autre les développements de ces deux facteurs. Après cette multiplication, le coefficient de chaque cosinus se trouve représenté par une série dont la somme peut être convertie en une intégrale définie dans laquelle la différentielle de la distance apparente se trouve divisée par la distance effective. Si, dans une semblable intégrale, on remplace successivement la distance mutuelle entre deux planètes par chacune de ses puissances entières et positives, puis les distances de deux planètes au soleil par deux nombres égaux, le premier à l'unité, le second au rapport des grands axes des deux orbites; si enfin on joint aux intégrales ainsi formées leurs dérivées relatives au second des deux nombres, on obtiendra la série triple des transcendantes généralement introduites dans le développement de la fonction perturbatrice. Le calcul direct de la plupart de ces transcendantes était à peu près impraticable, et, même avec les formules nouvelles que l'auteur de la *Mécanique céleste* avait construites sur la demande de M. Bouvard, le calcul était encore très-long et très-pénible, comme le faisait observer un jour notre honorable confrère. Cette difficulté, qui a engagé M. Le Verrier à donner, pour la détermination des

transcendantes dont il s'agit, de nouvelles méthodes de calcul, n'existe pas lorsqu'on adopte pour la fonction perturbatrice la forme de développement que je propose; et je vais en dire la raison. Les deux facteurs imaginaires dans lesquels se décompose la première puissance négative de la distance mutuelle entre deux planètes offrent des modules égaux, et chacun de ces facteurs, représenté par un binôme élevé à une puissance dont le degré est $-\frac{1}{2}$, peut devenir infini quand les distances des deux planètes au Soleil deviennent égales entre elles. Il y a plus : l'ancienne méthode, généralement employée pour le développement de la fonction perturbatrice, a l'inconvénient grave d'introduire dans ce développement d'autres transcendantes où les mêmes facteurs se trouvent successivement élevés au carré, au cube, et à des puissances d'un degré supérieur; par conséquent, des transcendantes dont la valeur devient de plus en plus considérable quand les distances des deux planètes au Soleil sont entre elles dans un rapport qui ne diffère pas beaucoup de l'unité. J'évite cet inconvénient en me servant de l'un des théorèmes rappelés ci-dessus, pour rendre inégaux les modules des deux facteurs en question, et réduire l'un de ces facteurs à une fonction de la seule distance apparente des deux planètes. Alors, à la place de la triple série des transcendantes comprises dans l'ancien développement, j'obtiens une série double de transcendantes beaucoup plus faciles à calculer. Pour donner une idée de la réduction ainsi opérée dans les calculs, considérons en particulier le cas où les deux planètes données sont Jupiter et Saturne. Alors, en suivant l'ancienne méthode, on devra former le tableau qui se trouve inséré dans le troisième volume de la *Mécanique céleste*, aux pages 81, 82, 83, et calculer en conséquence plus de quatre-vingt-dix transcendantes, dont plusieurs offriront des valeurs considérables qui pourront s'élever jusqu'au nombre 800 et au-delà. Au contraire, en suivant la nouvelle méthode, pour arriver au même degré d'approximation, l'on aura seulement à calculer une vingtaine de transcendantes dont les douze premières sont déjà connues, et dont la plus grande surpasse à peine le nombre 2.

» Je passe maintenant à la propriété la plus extraordinaire du nouveau développement. Les diverses transcendantes qui, comme je l'ai dit, forment une série triple suivant l'ancienne méthode, et une série double suivant la nouvelle, sont, dans le développement de la fonction perturbatrice, multipliées chacune par un facteur variable, qui renferme, avec les éléments de deux orbites, les anomalies moyennes de deux planètes, et qui peut être développé en une série de termes dont l'un, indépendant

des anomalies, est ce qu'on nomme un terme séculaire, tandis que les autres sont des termes périodiques proportionnels aux sinus et cosinus de multiples des deux anomalies. Or, en m'appuyant sur le calcul des résidus et sur le premier des théorèmes précédemment rappelés, je prouve, 1° que chaque terme séculaire peut être exprimé sous forme finie par une certaine fonction des éléments des orbites, qui demeure algébrique par rapport aux grands axes et aux excentricités; 2° que, dans chaque terme périodique, le coefficient des sinus ou cosinus des multiples des anomalies moyennes est la somme d'une série simple de quantités, dont chacune peut encore être exprimée sous forme finie, par une certaine fonction des éléments, qui demeure algébrique par rapport aux grands axes, mais devient transcendante par rapport aux excentricités. Ajoutons qu'à la somme de cette dernière série on peut substituer la somme de deux fonctions, l'une exprimée sous forme finie, l'autre représentée par une intégrale définie, dont le module s'approche indéfiniment de zéro, tandis qu'un certain nombre entier n, dont elle dépend, devient de plus en plus considérable.

» En rédigeant le présent Mémoire, j'ai cherché à montrer combien je désirais me rendre digne, s'il était possible, de l'honneur que m'ont fait, il y a trois années, les maîtres de la science, en m'appelant à une place jadis occupée par un grand géomètre, par celui-là même qui avait eu pour moi tant de bienveillance, par notre illustre Lagrange. Comme mes nouvelles recherches paraissent devoir simplifier sensiblement les calculs relatifs à l'astronomie, il semblerait convenable que je pusse les discuter sérieusement avec ceux de mes illustres confrères qui ont jugé ma coopération à leurs travaux utile sous ce rapport. Mon désir de contribuer, autant que mes forces me le permettront, aux progrès de sciences qui ont fait la gloire de ma patrie, répond assez de l'empressement avec lequel je prendrais part à une semblable discussion le jour où il serait reconnu que le Bureau des Longitudes a pu se croire autorisé, par le texte de sa constitution même, à résoudre librement une question de géométrie, qu'il n'y a nul inconvénient à ce que ses divers membres se réunissent pour calculer ensemble les mouvements du Soleil ou des planètes, le jour où se terminerait une quarantaine déjà prolongée bien au delà des limites ordinairement prescrites par les règlements sanitaires les plus rigoureux, une quarantaine scientifique de trois années.

ANALYSE.

§ I^{er}. *Préliminaires.*

» Je vais, dans ces préliminaires, rappeler quelques théorèmes fournis par le calcul des résidus, et sur lesquels s'appuie la nouvelle méthode que je propose pour le développement de la fonction perturbatrice.

» 1er *Théorème.* Soit

$$s = re^{p\sqrt{-1}}$$

une variable imaginaire dont r représente le module et p l'argument. Soit encore

$$\mathop{\mathcal{E}}\limits_{(a)}^{(b)}{}_{(-\pi)}^{(\pi)}\left(\frac{f(s)}{s}\right)$$

le résidu intégral de la fraction $\frac{f(s)}{s}$, pris entre les limites

$$r = \mathrm{a}, \quad r = \mathrm{b}, \quad p = 0, \quad p = 2\pi,$$

ou, ce qui revient au même, la somme des résidus de la fraction $\frac{f(s)}{s}$, correspondants aux valeurs de s dont les modules restent compris entre les limites a, b, et les arguments entre les limites π, $+\pi$. Si le résidu intégral dont il s'agit a une valeur déterminée, on aura

$$\int_{-\pi}^{\pi} f\left(\mathrm{b}e^{p\sqrt{-1}}\right) dp - \int_{-\pi}^{\pi} f\left(\mathrm{a}e^{p\sqrt{-1}}\right) dp = 2\pi \mathop{\mathcal{E}}\limits_{(a)}^{(b)}{}_{(-\pi)}^{(\pi)}\left(\frac{f(s)}{s}\right),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(1) \qquad \int_{0}^{2\pi} f\left(\mathrm{b}e^{p\sqrt{-1}}\right) dp - \int_{0}^{2\pi} f\left(\mathrm{a}e^{p\sqrt{-1}}\right) dp = 2\pi \mathop{\mathcal{E}}\limits_{(a)}^{(b)}{}_{(0)}^{(2\pi)}\left(\frac{f(s)}{s}\right).$$

» *Démonstration.* Pour établir la formule (1), qui coïncide avec une équation trouvée dans le premier volume des *Exercices de Mathématiques* [voir l'équation (64), à la page 212 du premier volume], il suffit d'intégrer l'équation identique

$$\mathrm{D}_r f\left(re^{p\sqrt{-1}}\right) = \frac{1}{r\sqrt{-1}} \mathrm{D}_p f\left(re^{p\sqrt{-1}}\right),$$

par rapport à r et à p, entre les limites

$$r = \mathrm{a}, \quad r = \mathrm{b}, \quad p = 0, \quad p = 2\pi.$$

Observons d'ailleurs que, si l'une des racines de l'équation

$$(2) \qquad \frac{1}{f(s)} = 0$$

avait pour module une des limites a et b, le résidu partiel correspondant à cette racine devrait être réduit à moitié dans la somme représentée par le résidu intégral

$$\mathop{\mathcal{E}}_{(\mathrm{a})}^{(\mathrm{b})}\mathop{}_{(0)}^{(2\pi)}\left(\frac{f(s)}{(s)}\right).$$

On doit seulement excepter un cas particulier que nous examinerons ci-après, le cas où l'on aurait $\mathrm{a} = 0$.

» *Corollaire.* Si la fonction $f\left(re^{p\sqrt{-1}}\right)$ reste continue par rapport à r et à p entre les limites $r = \mathrm{a}$, $r = \mathrm{b}$, le second membre de l'équation (1) s'évanouira, et l'on aura par suite

$$(3) \qquad \int_0^{2\pi} f\left(\mathrm{b}e^{p\sqrt{-1}}\right) dp = \int_0^{2\pi} f\left(\mathrm{a}e^{p\sqrt{-1}}\right) dp.$$

En conséquence, on peut énoncer la proposition suivante :

» 2^e^ *Théorème.* Si dans une intégrale de la forme

$$\int_1^{2\pi} f\left(re^{p\sqrt{-1}}\right) dp$$

on fait varier le module r, cette intégrale conservera la même valeur, tant que la fonction

$$f\left(re^{p\sqrt{-1}}\right)$$

ne cessera pas d'être continue.

» Concevons maintenant que, dans la formule (1), on pose $\mathrm{a} = 0$, $\mathrm{b} = \alpha$; on en tirera

$$\int_0^{2\pi} f\left(\mathrm{a}\,e^{p\sqrt{-1}}\right) dp = 2\pi \mathop{\mathcal{E}}_{(0)}^{(\alpha)}\mathop{}_{(0)}^{(2\pi)}\left(\frac{f(s)}{s}\right),$$

pourvu que, dans la somme représentée par la notation

$$\mathcal{E}_{(0)}^{(\alpha)} {}_{(0)}^{(2\pi)} \left(\frac{f(s)}{s}\right),$$

on comprenne non pas la moitié du résidu partiel qui pourrait correspondre à la valeur zéro de s, mais ce résidu lui-même. Donc, sous cette condition, on pourra énoncer encore la proposition suivante:

» 2ᵉ *Théorème*. Si le résidu intégral

$$\mathcal{E}_{(0)}^{(\alpha)} {}_{(0)}^{(2\pi)} \left(\frac{f(s)}{s}\right)$$

a une valeur déterminée, on aura

$$(4) \qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f\left(\alpha e^{p\sqrt{-1}}\right)dp = \mathcal{E}_{(0)}^{(\alpha)} {}_{(0)}^{(2\pi)} \left(\frac{f(s)}{s}\right).$$

» *Corollaire* 1ᵉʳ. Dans les applications de ce théorème, on ne devra pas oublier que la somme représentée par la notation

$$\mathcal{E}_{(0)}^{(\alpha)} {}_{(0)}^{(2\pi)} \left(\frac{f(s)}{s}\right)$$

comprend tous les résidus partiels correspondants aux racines de l'équation

$$(5) \qquad \frac{s}{f(s)} = 0,$$

qui offrent des modules inférieurs à α, et la moitié seulement de tout résidu partiel correspondant à une racine qui aurait α pour module.

» *Corollaire* 2ᵉ. Si dans la formule (4) on pose

$$f(s) = \frac{se^{-\varpi\sqrt{-1}}}{1 - se^{-\varpi\sqrt{-1}}}\,\mathrm{f}(s),$$

$\mathrm{f}(s)$ étant une fonction qui ne devienne jamais infinie pour un module

de s inférieur à l'unité, alors on trouvera : 1° en supposant $\alpha < 1$,

$$(6)\qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}{1-\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}\,\mathrm{f}\left(\alpha e^{p\sqrt{-1}}\right)dp = 0;$$

2° en prenant $\alpha > 1$, ou, ce qui revient au même, en remplaçant α par $\frac{1}{\alpha}$, et supposant ensuite $\alpha < 1$,

$$(7)\qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1}{1-\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}\,\mathrm{f}\left(\frac{1}{\alpha} e^{p\sqrt{-1}}\right) dp = \mathrm{f}\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right).$$

On aura donc

$$(8)\qquad \begin{cases} \mathrm{f}\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right) = \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi} \dfrac{\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}{1-\alpha e^{(p-1)\sqrt{-1}}}\,\mathrm{f}\left(\alpha e^{p\sqrt{-1}}\right)dp \\ \quad + \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi} \dfrac{1}{1-\alpha e^{-(p-\varpi)\sqrt{-1}}}\,\mathrm{f}\left(\dfrac{1}{\alpha} e^{p\sqrt{-1}}\right)dp. \end{cases}$$

La formule (8) subsisterait encore si l'on prenait $\alpha = 1$; seulement alors les seconds membres des formules (6), (7) se trouveraient réduits l'un et l'autre à $\frac{1}{2}\mathrm{f}\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right)$.

» Concevons maintenant que, dans le second membre de la formule (8), on développe les fractions

$$\frac{\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}{1-\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}, \qquad \frac{1}{1-\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}$$

suivant les puissances ascendantes de α. Si la fonction $\mathrm{f}(s)$ reste continue pour tout module de s inférieur à $\frac{1}{\alpha}$, on pourra, en vertu du théorème 2°, remplacer, dans chaque terme du développement obtenu, α par l'unité; et alors on trouvera

$$(9)\qquad \begin{cases} \mathrm{f}\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right) = a_0 + a_1 e^{\varpi\sqrt{-1}} + a_2 e^{2\varpi\sqrt{-1}} + \ldots + a_n e^{n\varpi\sqrt{-1}} \\ \quad + a_{-1} e^{-\varpi\sqrt{-1}} + a_{-2} e^{-2\varpi\sqrt{-1}} + \ldots + a_{-n} e^{-n\varpi\sqrt{-1}} + \rho_n, \end{cases}$$

les valeurs de $a_{\pm n}$ et de ρ_n étant généralement déterminées par les formules

(10) $$a_{\pm n} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e^{\mp np\sqrt{-1}}\, f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp,$$

(11) $$\left\{\begin{aligned} \rho_n = {} & \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\alpha^{n+1} e^{(n+1)(p-\varpi)\sqrt{-1}}}{1-\alpha e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}}\, f\left(\alpha e^{p\sqrt{-1}}\right) dp \\ & + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\alpha^n e^{n(\varpi-p)\sqrt{-1}}}{1-\alpha e^{(\varpi-p)\sqrt{-1}}}\, f\left(\frac{1}{\alpha} e^{p\sqrt{-1}}\right) dp. \end{aligned}\right.$$

La dernière de ces formules entraîne évidemment la suivante :

(12) $$\text{mod.}\rho_n < \frac{\alpha^n}{1-\alpha}\left[\alpha \,\text{mod.}f\left(\alpha e^{p\sqrt{-1}}\right) + \text{mod.}\, f\left(\frac{1}{\alpha} e^{p\sqrt{-1}}\right)\right],$$

en vertu de laquelle ρ_n décroît indéfiniment pour des valeurs croissantes du nombre entier n. Donc, en posant $n = \infty$ dans l'équation (9), on obtiendra celle-ci :

(13) $$\left\{\begin{aligned} f\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right) = {} & a_0 + a_1 e^{\varpi\sqrt{-1}} + a_2 e^{2\varpi\sqrt{-1}} + \ldots \\ & + a_{-1} e^{-\varpi\sqrt{-1}} + a_2 e^{2\varpi\sqrt{-1}} + \ldots, \end{aligned}\right.$$

qui servira à développer l'expression

$$f\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right)$$

en série convergente. Il y a plus : la formule (12) fournira une limite de l'erreur que l'on commet quand on arrête cette série après un certain nombre de termes.

» Si la fonction

$$f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right)$$

est une fonction paire de p qui ne varie pas quand p change de signe; alors, en posant

$$P = f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) = \frac{f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) + f\left(e^{-p\sqrt{-1}}\right)}{2},$$

$$\Phi = f\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right) = \frac{f\left(e^{\varpi\sqrt{-1}}\right) + f\left(e^{-\varpi\sqrt{-1}}\right)}{2},$$

on verra l'équation (13) se réduire à la formule connue

(14) $$\mathfrak{P} = a_0 + 2a_1 \cos\varpi + 2a_2 \cos_2\varpi + \ldots,$$

la valeur de a_n étant

(15) $$a_n = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e^{\pm np\sqrt{-1}}\, \mathrm{P}dp = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \mathrm{P}\cos npdp.$$

» Si, dans l'équation (4), on pose $\alpha = 1$, on obtiendra simplement la proposition suivante :

» 4e *Théorème.* Si le résidu intégral

$$\underset{(0)}{\overset{(\alpha)}{}}\mathcal{E}\underset{(0)}{\overset{(2\pi)}{}}\left(\frac{f(s)}{s}\right)$$

a une valeur déterminée, on aura

(16) $$\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp = \underset{(0)}{\overset{(1)}{}}\mathcal{E}\underset{(0)}{\overset{(2\pi)}{}}\left(\frac{f(s)}{s}\right).$$

» Du 4e théorème on déduit immédiatement le suivant :

» 5e *Théorème.* Si le résidu intégral

$$\underset{(0)}{\overset{(1)}{}}\mathcal{E}\underset{(0)}{\overset{(2\pi)}{}}\;\underset{(0)}{\overset{(1)}{}}\mathcal{E}\underset{(0)}{\overset{(2\pi)}{}}\left(\frac{f(s,s')}{ss'}\right)$$

a une valeur déterminée, on aura

(17) $$\left(\frac{1}{2\pi}\right)^2\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} f\left(e^{p\sqrt{-1}},\ e^{p'\sqrt{-1}}\right) dp = \underset{(0)}{\overset{(1)}{}}\mathcal{E}\underset{(0)}{\overset{(2\pi)}{}}\;\underset{(0)}{\overset{(1)}{}}\mathcal{E}\underset{(0)}{\overset{(2\pi)}{}}\left(\frac{f(s,s)}{ss'}\right).$$

§ II. *Développement de la fonction perturbatrice.*

» Soient m, m' les masses de deux planètes;
r, r' leurs distances au Soleil;
ι la distance effective entre ces deux planètes;
δ leur distance apparente, vue du centre du Soleil;
R la fonction perturbatrice relative à la planète m.

On aura

$$R = \frac{m' r \cos\delta}{r'^2} + \ldots - \frac{m'}{v} - \ldots$$

Il s'agit maintenant de développer les rapports de la forme

$$\frac{r \cos\delta}{r'^2},$$

et de la forme

$$\frac{1}{v}.$$

Nous considérerons ici en particulier le rapport $\frac{1}{v}$, dont le développement offre plus de difficultés, et entraîne d'ailleurs immédiatement le développement de l'autre rapport $\frac{r\cos\delta}{r'^2}$.

» La valeur de v étant

$$v = (r^2 - 2rr' \cos\delta + r'^2)^{\frac{1}{2}},$$

on en conclut

$$(1) \qquad \frac{1}{v} = \frac{1}{r'}\left(1 - 2\frac{r}{r'}\cos\delta + \frac{r^2}{r'^2}\right)^{-\frac{1}{2}}.$$

On aura d'ailleurs

$$(2) \quad \left(1 - 2\frac{r}{r'}\cos\delta + \frac{r^2}{r'^2}\right)^{-\frac{1}{2}} = \left(1 - \frac{r}{r'}e^{\delta\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1 - \frac{r}{r'}e^{-\delta\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}};$$

et, si, pour fixer les idées, on suppose

$$r < r',$$

alors, pour obtenir le développement de $\frac{1}{v}$ suivant les cosinus des multiples de δ, il suffira de développer suivant les puissances de $\frac{r}{r'}$ chacun des facteurs qui composent le second membre de l'équation (2). On pourra d'ailleurs atteindre le même but à l'aide de la formule (14) du § I^{er}, et de plus, déterminer par la formule (12) du même paragraphe les limites de l'erreur que l'on commettra quand on arrêtera le développement obtenu

après un certain nombre de termes. La formule (14) du § I[er] donnera

$$(3) \qquad \frac{1}{v} = \Delta_0 + 2\Delta_1 \cos \delta + 2\Delta_2 \cos 2\delta + \ldots,$$

la valeur de Δ_k étant

$$\Delta_k = \frac{1}{2\pi r'} \int_0^{2\pi} \left(1 - 2\frac{r}{r'}\cos v + \frac{r^2}{r'^2}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{\pm kv\sqrt{-1}}\, dv,$$

ou, ce qui revient au même,

$$\Delta_k = \frac{1}{2\pi r'} \int_0^{2\pi} \left(1 - \frac{r}{r'} e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{r}{r'} e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{kv\sqrt{-1}}\, dv.$$

D'ailleurs, eu égard au 2[e] théorème du § I[er], on pourra, sans altérer la valeur précédente de Δ_k, y multiplier $e^{v\sqrt{-1}}$ par un facteur positif compris entre les deux rapports $\frac{r}{r'}$, $\frac{r'}{r}$, ou même par le rapport $\frac{r}{r'}$. Donc la valeur de Δ_k pourra être réduite à

$$(4) \quad \Delta_k = \frac{r^k}{2\pi r'^{k+1}} \int_0^{2\pi} \left(1 - \frac{r^2}{r'^2} e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{kv\sqrt{-1}}\, dv.$$

Soient maintenant

$$a, \quad a'$$

les demi grands axes des orbites des planètes m, m'. Le rapport $\frac{r^2}{r'^2}$ sera généralement peu différent du rapport $\frac{a^2}{a'^2}$. On pourra donc développer

$$\left(1 - \frac{r^2}{r'^2} e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

suivant les puissances ascendantes de la différence

$$\frac{r^2}{r'^2} - \frac{a^2}{a'^2}.$$

En opérant ainsi, et posant, pour abréger, $\theta = \frac{a}{a'}$,

$$(5) \qquad [k]_l = \frac{k(k+1)\ldots(k+l-1)}{1.2\ldots l},$$

$$(6) \quad \Theta_{k,l} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(1 - e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{(k+l)v\sqrt{-1}}\, dv,$$

on trouvera

$$(7)\qquad \Delta_k = \Sigma \left[\tfrac{1}{2}\right]_l \Theta_{k,l}\, a^{2l} \frac{r^k}{r'^{k+2l+1}} \left(\frac{r^2}{a^2} - \frac{r'^2}{a'^2}\right)^l,$$

et par suite

$$(8)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{\imath} = \displaystyle\sum_{l=0}^{l=\infty} \left[\frac{1}{2}\right]_l \Theta_{0,l} \frac{a^{2l}}{r'^{2l+1}} \left(\frac{r^2}{a^2} - \frac{r'^2}{a'^2}\right)^l \\ + 2\displaystyle\sum_{l=0}^{l=\infty} \sum_{k=1}^{k=\infty} \left[\frac{1}{2}\right]_l \Theta_{k,l} \frac{a^{2l} r^k}{r'^{k+2l+1}} \left(\frac{r^2}{a^2} - \frac{r'^2}{a'^2}\right)^l \cos k\delta. \end{cases}$$

ou, ce qui revient au même,

$$(9)\qquad \frac{1}{\imath} = \sum_{l=0}^{l=\infty} \Theta_{0,l}\, P_{0,l} + 2 \sum_{l=0}^{l=\infty} \sum_{k=1}^{k=\infty} \Theta_{k,l}\, P_{k,l},$$

la valeur de $P_{k,l}$ étant

$$(10)\qquad P_{k,l} = \left[\frac{1}{2}\right]_l \frac{a^{2l} r^k}{r'^{k+2l+1}} \left(\frac{r^2}{a^2} - \frac{r'^2}{a'^2}\right)^l \cos k\delta.$$

» Soient maintenant, pour les planètes m et m',

$$T,\ T'$$

les anomalies moyennes, et

$$\psi,\ \psi'$$

les anomalies excentriques, liées aux anomalies moyennes et aux rayons vecteurs par les formules

$$(11)\qquad \begin{cases} r = a(1 - \varepsilon\cos\psi), & r' = a'(1 - \varepsilon'\cos\psi'), \\ \psi - \varepsilon\sin\psi = T, & \psi' - \varepsilon'\sin\psi' = T', \end{cases}$$

dans lesquelles ε, ε' représentent les excentricités. $P_{k,l}$ sera une fonction rationnelle des exponentielles trigonométriques

$$e^{\psi\sqrt{-1}},\qquad e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

et pourra être développée suivant les puissances de

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

à l'aide de la formule

$$(12) \qquad P_{k,l} = \sum\sum\left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 e^{(nT+n'T')\sqrt{-1}}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} P_{k,l}\, e^{-(nT+n'T')\sqrt{-1}}\, dT\, dT',$$

les signes Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulles ou négatives de n, n'. Donc, dans le développement de $P_{k,l}$, le coefficient du produit

$$e^{(nT+n'T')\sqrt{-1}}$$

sera représenté par l'intégrale

$$(13) \qquad \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} P_{k,l}\, e^{-(nT+n'T')\sqrt{-1}}\, dT\, dT',$$

ou, ce qui revient au même, par l'intégrale

$$(14) \qquad \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} P_{k,l}\, \frac{rr'}{aa'}\, e^{-(n\psi+n'\psi')\sqrt{-1}}\, e^{(n\varepsilon\sin\psi+n'\varepsilon'\sin\psi')\sqrt{-1}}\, d\psi\, d\psi'.$$

Si l'on suppose, en particulier, $n = 0$, $n' = 0$, l'intégrale (14) sera réduite à

$$(15) \qquad \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} P_{k,l}\, \frac{rr'}{aa'}\, d\psi\, d\psi'.$$

Désignons maintenant par

$$\mathrm{f}\left(e^{\psi\sqrt{-1}}, \ e^{\psi'\sqrt{-1}}\right)$$

le produit

$$P_{k,l}\, \frac{rr'}{aa'}$$

exprimé en fonction rationnelle de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, $e^{\psi'\sqrt{-1}}$. Le cinquième théorème du § I^er donnera immédiatement

$$(16) \qquad \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} P_{k,l}\, \frac{rr'}{aa'}\, d\psi\, d\psi' = {}^{(1)}_{(0)}\mathcal{E}^{(2\pi)}_{(0)}\ {}^{(1)}_{(0)}\mathcal{E}^{(2\pi)}_{(0)} \left(\frac{\mathrm{f}(s, s')}{s, s'}\right).$$

De plus, comme on aura, d'une part,

$$e^{(n\epsilon\sin\psi+n'\epsilon'\sin\psi')\sqrt{-1}}=e^{n\epsilon e^{\psi\sqrt{-1}}+n'\epsilon' e^{\psi'\sqrt{-1}}}e^{-n\epsilon e^{-\psi\sqrt{-1}}-n'\epsilon' e^{-\psi'\sqrt{-1}}};$$

et d'autre part,

$$e^{s}=1+\frac{s}{1}+\frac{s^2}{1.2}+\ldots+\frac{s^h}{1.2\ldots h}+\frac{s^h}{1.2\ldots h}\int_0^1 v^h e^{s(v-1)}\,dv,$$

on trouvera encore

$$(17)\left\{\begin{array}{l}\left(\frac{1}{2\pi}\right)^2\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{P}_{h,l}\frac{rr'}{aa'}e^{-(n\psi+n'\psi')\sqrt{-1}}e^{(n\epsilon\sin\psi+n'\epsilon'\sin\psi')\sqrt{-1}}d\psi\,d\psi'\\ =\overset{(1)}{\underset{(0)}{}}\mathcal{E}_{(0)}^{(2\pi)}\overset{(1)}{\underset{(0)}{}}\mathcal{E}_{(0)}^{(2\pi)}\left(e^{n\epsilon s+n'\epsilon's'}\left[1-\left(\frac{n\epsilon}{s}+\frac{n'\epsilon'}{s'}\right)+\ldots\pm\frac{1}{1.2\ldots h}\left(\frac{n\epsilon}{s}+\frac{n'\epsilon'}{s'}\right)^h\right]\frac{\mathrm{f}(s,s')}{s^{n+1}s'^{n'+1}}\right),\\ +\rho_h,\end{array}\right.$$

ρ_h étant ce que devient l'intégrale (14) quand on y remplace, sous le signe $\int$, le facteur

$$e^{(n\epsilon\sin\psi+n'\epsilon'\sin\psi')\sqrt{-1}}$$

par le produit

$$\pm e^{n\epsilon e^{\psi\sqrt{-1}}+n'\epsilon' e^{\psi'\sqrt{-1}}}\frac{\left(n\epsilon e^{-\psi\sqrt{-1}}+n'\epsilon' e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right)^h}{1.2\ldots h}\int_0^1 v^h e^{(1-v)\left(n\epsilon e^{-\psi\sqrt{-1}}+n'\epsilon' e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right)}dv.$$

Cela posé, il est clair que ρ_h décroîtra indéfiniment pour des valeurs croissantes de h, et de telle manière qu'il sera facile de calculer la limite de l'erreur que l'on commettra en négligeant ρ_h dans le second membre de l'équation (17). Ajoutons que, si l'on pose, dans cette même équation $h=\infty$, on aura simplement

$$(18)\left\{\begin{array}{l}\left(\frac{1}{2\pi}\right)^2\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{P}_{h,l}\frac{rr'}{aa'}e^{-(n\psi+n'\psi')\sqrt{-1}}e^{(n\epsilon\sin\psi+n'\epsilon'\sin\psi')\sqrt{-1}}d\psi\,d\psi'\\ =\overset{(1)}{\underset{(0)}{}}\mathcal{E}_{(0)}^{(2\pi)}\overset{(1)}{\underset{(0)}{}}\mathcal{E}_{(0)}^{(2\pi)}\left(e^{n\epsilon s+n'\epsilon's'}\left[1-\left(\frac{n\epsilon}{s}+\frac{n'\epsilon'}{s'}\right)+\frac{1}{1.2}\left(\frac{n\epsilon}{s}+\frac{n'\epsilon'}{s'}\right)^2+\ldots\right]\frac{\mathrm{f}(s,s')}{s^{n+1}s'^{n'+1}}\right).\end{array}\right.$$

Les formules (14), (17), (18) comprennent les diverses propositions que nous avons énoncées dans le préambule de ce Mémoire; nous montrerons, dans un autre, comment on peut rendre plus simples encore et plus faciles les calculs qui résultent de l'application de ces formules. »

ANATOMIE COMPARÉE.—*Sur les dents des Musaraignes, considérées dans leur composition et leur structure intime, leurs rapports avec les mâchoires, leur développement et leur succession; par* M. **Duvernoy.**

« Le titre de ce Mémoire en expose le plan. J'y considère les substances dont se composent les dents des mammifères en général, et celles des Musaraignes en particulier, leur structure intime ou microscopique, leur développement et leur succession, et je compare mes propres observations aux derniers progrès que la science vient de faire, particulièrement au sujet des dents des mammifères, après les avoir étudiées sous ces divers points de vue.

» Le § I^{er} traite de la *composition des dents des mammifères en général.*

» J'y rappelle, entre autres, la découverte de Tenon sur le *cortical osseux* des dents de cheval et de ruminants, que G. Cuvier nommait *cément* dès 1803, parce qu'il sert à lier les différentes lames dont une dent d'éléphant ou de cabiai est formée originairement.

» Le § II, sur la *substance principale* ou *tubuleuse des dents*, est divisé en deux parties.

» La première est historique, et la seconde est un exposé des résultats et de quelques détails de mes propres observations.

» J'adopte la dénomination de *substance principale* pour celle que Hunter et Cuvier désignent sous le nom d'*ivoire*, en donnant à ce nom spécifique une acception générique. Je me sers encore pour cette même partie de la désignation de *substance tubuleuse* que lui donne M. J. Muller, parce qu'elle exprime très-bien sa structure intime. Celle de *substance osseuse*, encore en usage dans des Mémoires et des Ouvrages très-recommandables d'ailleurs, me paraît doublement fautive, en ce qu'elle semble indiquer une identité entre cette substance et les os, ou entre le *cortical osseux* de Tenon.

» Il n'y a pas de ressemblance réelle, dans la structure intime, entre la substance principale des dents et les os. MM. Frœnckel et Purkinje l'ont déjà démontré à la fin de 1835. Dans les années suivantes (1836 et 1837), MM. J. Muller et Retzius ont ajouté de précieuses observations de détail à celles des anatomistes précédents, qui font voir, de la manière la plus évidente, que la substance principale des dents de l'*homme*, des *mammifères*, des *reptiles* et des *poissons*, est composée de canaux, avec quelques diffé-

rences dans leur arrangement, suivant les genres ou les familles. Ces canaux ont des parois propres, que les sels calcaires dont ils sont pénétrés rendent rigides, et qui deviennent souples lorsqu'on enlève ces sels par les acides. En 1838, M. Dujardin a confirmé une partie des faits annoncés par MM. Frœnkel, Purkinje, J. Muller et Retzius, faits déjà indiqués par Leuwenhoeck en 1678 et 1680, et par Blake (1) en 1802.

» Les observations sur les dents des poissons, que M. R. Owen a fait connaître dès 1839 et 1840, dans les deux Mémoires qu'il a adressés à l'Académie des Sciences, et le résumé qu'il y fait de la structure intime des dents de cette classe avec celle des dents de mammifères, montre que ce savant est parvenu, sur la connaissance de cette structure intime, aux mêmes résultats que ses prédécesseurs.

» Nous reviendrons d'ailleurs, en parlant du développement des dents, sur la manière dont M. Owen (2) envisage leur accroissement.

» J'ai étudié *la substance tubuleuse*, ou *principale* des dents, dans celles des *Sorex araneus*, *tetragonurus* et *fodiens*. et comparativement dans les dents de la *chauve-souris commune* et de la *taupe*, parmi les autres *insectivores*; du *rat d'eau*, du *campagnol* et d'un fœtus de *lapin*, parmi les *rongeurs*.

» Voici le résultat général de mes observations :

» Chez ces petits animaux, on a l'avantage de pouvoir amincir assez une branche tout entière de la mâchoire inférieure, ou des portions considérables de la supérieure, pour en observer à la fois toutes les dents en place, même à un grossissement considérable, en faisant mouvoir la pièce au foyer du microscope.

» Mes préparations ont l'avantage, qui, j'espère, sera apprécié, de faire voir, non des portions de dents ou de tubes, mais tous les tubes apercevables sur la surface entière d'une coupe verticale, non-seulement d'une seule dent, mais de toutes les dents d'un côté, d'une même mâchoire. On y peut étudier à la fois leur origine autour du bulbe dentaire, leur disposition générale dans tout leur trajet et leur terminaison.

» Ces préparations d'ensemble sont on ne peut plus instructives.

---

(1) Nous ne pensons pas, comme Blake, dit M. Cuvier, *qu'il y ait des vaisseaux dans la substance osseuse*. — *Recherches sur les Ossements fossiles*, t. I, p. 32.

(2) *Voir* encore son grand ouvrage intitulé *Odontography*, etc. London, 1840 et 1841.

» Ainsi amincies par leurs deux côtés, ces dents nous ont montré des tubes nombreux, dirigés des parois de la cavité du bulbe dentaire, ou du noyau pulpeux, vers la surface de la dent.

» Lorsqu'on observe ces parois sous certains aspects, on y distingue très-bien les embouchures de ces tubes, que nous appellerons calcigères avec M. R. Owen.

» Leur direction et leur longueur varient suivant la position et la distance de la surface vers laquelle ils doivent se porter.

» Observés avec plus d'attention, beaucoup ne montrent de coloration que dans leurs parois; leur canal paraît blanc et même transparent, comme la gangue qu'ils traversent. Dans les molaires, ceux qui se dirigent vers les saillies sont non-seulement les plus longs, mais encore les plus nombreux dans un espace donné, de sorte qu'ils forment comme un faisceau ou un écheveau de tubes à peu près parallèles.

» Dans l'*incisive inférieure* la plupart ont une direction transversale, qui devient de plus en plus oblique en avant, pour ceux qui s'approchent de la pointe, et directe dans ce sens, pour les tubes qui partent du sommet du canal du bulbe.

» Leur obliquité est en sens contraire pour les tubes qui appartiennent à la racine de cette dent.

» Dans les molaires c'est de tous les points de la cavité centrale du bulbe que ces tubes rayonnent vers la surface, non directement, mais en s'infléchissant dans un sens ou dans un autre; et comme cette cavité se divise et se prolonge dans les racines, c'est encore des parois du canal de celles-ci, que les tubes se dirigent vers la surface; mais toujours plus ou moins obliquement, en partant de la cavité principale, et en se portant à la fois en dehors et vers l'extrémité de la racine. J'insiste sur cette direction, parce qu'elle indique, à mon avis, la marche de l'activité nutritive, qui a son centre d'action ou d'impulsion autour du noyau pulpeux principal, et qui rayonne de ce centre vers toute la circonférence de la dent, c'est-à-dire aussi bien vers celle de sa couronne, que vers celle de ses racines. Seulement, dans celles-ci, l'impulsion nutritive du noyau principal n'agit que par l'intermédiaire des branches qu'il y projette.

» Les tubes ou les canaux de la substance principale, très-serrés les uns près des autres, à leur origine et dans une partie de leur trajet, au point qu'on les distingue à peine, vus par transparence, et qu'ils paraissent comme des taches de couleur grise, se séparent en devenant moins nom-

breux à mesure que l'on s'éloigne du bulbe dentaire. Dans une dent ancienne, la plupart ne se prolongent pas jusqu'à l'émail; de sorte que la partie de la substance tubuleuse qui s'approche de l'émail montre de moins en moins de ces tubes, sans doute parce qu'ayant été remplis de substance calcaire, et leurs parois ayant été pénétrées de cette même substance, comme la gangue que ces tubes traversent, ces parois ne peuvent plus s'en distinguer. Un certain nombre cependant, après s'être ramifiés en diminuant de calibre, et s'être anastomosés entre eux, vont se terminer dans une ligne noire, comme réticulée, qui sépare assez nettement de l'émail la substance tubulée.

» Cette ligne est importante à étudier; elle répond à la membrane très-fine que G. Guvier a découverte dans les mâchelières d'éléphant, *entre la prétendue substance osseuse et l'émail*, et qui enveloppe immédiatement, ajoute-t-il, et serre de très-près le petit mur gélatineux, lorsqu'il n'y a encore aucune partie de l'émail de transsudée (1). C'est ce petit mur gélatineux qui deviendra la dent en forme de lame, dont plusieurs réunies composent une molaire de ces animaux.

» Le diamètre des tubes près du bulbe, et dans la plus grande partie de leur trajet, est de $\frac{1}{500}$ de millimètre au plus.

» M. *Retzius* figure des cellules calcaires rangées dans les intervalles des dernières ramifications des tubes dentaires de plusieurs animaux (entre autres dans les incisives du *cheval*). C'est là où leurs ramuscules les plus fins viennent se terminer en rayonnant.

» Je n'ai rien vu de semblable dans les dents des Musaraignes. Leur substance tubuleuse ne montre, en général, aucune de ces cellules étoilées qui caractérisent la substance osseuse.

» Ce que cet estimable auteur dit de la substance tubuleuse des dents du *Sorex fodiens* me fait penser qu'il n'y a pas observé, plus que moi, de cellules calcaires.

» La substance tubuleuse ne m'a montré aucune différence importante dans les dents de la *chauve-souris* commune, dans celles de la *taupe*, ni dans les incisives du *rat d'eau* et de fœtus de *lapin*, comparativement à celles des Musaraignes. Je ne puis donner ici qu'un extrait de mes observations de détail à ce sujet.

» Dans la *taupe*, les tubes calcigères ont beaucoup de rapports avec ceux

---

(1) *Recherches sur les Ossements fossiles*, T. I, p. 33; édit. in-4°. Paris, 1821.

de la chauve-souris. Ils sont très-flexueux, ramifiés, et serrés les uns près des autres autour des parois du noyau pulpeux, comme les jeunes arbres d'une épaisse revenue.

» Leur direction générale, dans les molaires, s'élève des parois de la cavité du noyau pulpeux de la couronne vers la surface de celle-ci; mais elle ne descend pas de cette surface vers les racines. Ici ces tubes partent des parois du noyau pulpeux qui occupe l'axe de la racine, en se portant en travers et un peu obliquement en haut; de sorte que l'impulsion nutritive semble avoir cette direction. Il n'y a que vers le bas de la racine que la direction de ces tubes est d'abord exactement transversale, puis oblique en bas, et enfin directe dans ce sens. Ce sont ceux qui vont de l'extrémité du noyau pulpeux vers celle de la racine.

» J'insiste sur la direction des tubes, relativement au bulbe et à la surface de la dent, parce que c'est évidemment une indication de la marche qu'à dû suivre le dépôt successif des sels calcaires.

» Dans une lame d'incisive de *rat d'eau* (1) longitudinale et verticale, la portion inférieure de cette lame, qui est au-dessous du noyau pulpeux, montre des tubes qui vont assez directement en travers, de la paroi de ce noyau vers la surface qui est garnie d'émail. Ces tubes sont un peu flexueux dans leur trajet, pressés les uns vers les autres, on ne peut plus nombreux. Comme ils s'infléchissent légèrement dans tous les sens, ils passent derrière ou devant les uns des autres, de manière qu'on ne peut pas suivre le même tube depuis son origine à sa terminaison; près de celle-ci, ils forment des anastomoses extrêmement fines et comme une sorte de réseau qui s'étend dans une bande rapprochée de l'émail et qui est limitée de ce côté par une double chaînette qui sépare les deux substances.

» L'origine des tubes dans la paroi du noyau pulpeux est manifeste dans une portion supérieure de cette coupe. Un grand nombre de points noirs qui s'y dessinent sont évidemment les orifices de ces tubes.

» Dans une autre coupe, on les voit se continuer de la membrane qui revêt la cavité du noyau pulpeux, et on les distingue parfaitement les uns des autres à leur origine, et pendant un court trajet, comme des troncs de jeunes arbres. Mais ils ne tardent pas à se serrer et à s'entrelacer par

---

(1) Cette lame verticale et longitudinale comprend une partie de la cavité du noyau pulpeux et les deux côtés de la substance tubuleuse, supérieurs et inférieurs à cette cavité.

leurs sinuosités et leurs nombreuses ramifications, à la manière des branches et des rameaux d'une belle revenue de forêt.

» Ici leur direction transversale et très-peu oblique en avant, des parois du noyau pulpeux vers la surface convexe ou inférieure, qui est garnie d'émail, est très-remarquable.

» Le § III traite *du bulbe dentaire* ou *de l'organe producteur de la substance principale des dents.*

» L'histoire du *bulbe dentaire* est inséparable de celle de la partie principale des dents. Toute dent simple, dont il est l'organe producteur, lui doit sa forme et ses dimensions, déterminées l'une et l'autre par le canevas qu'il lui fournit.

» Le bulbe dentaire est ce noyau pulpeux, de couleur rouge ou jaunâtre, remplissant la cavité qui occupe, dans une dent toute formée, le centre de la couronne, se prolonge dans ses proéminences et se continue dans l'axe de ses racines. Toutes ces productions du noyau pulpeux, qui répondent aux proéminences principales de la dent et répètent, en dedans, sa forme extérieure, se réunissent à la base de la couronne, où se trouve le centre d'action de ce noyau.

» La paroi de la cavité simple ou compliquée du noyau pulpeux est tapissée par une membrane très-fine, irrégulièrement réticulée, ayant l'apparence noire, vue par transparence, à un grossissement de 400 diamètres. On dirait une gaze noire qui enveloppe la substance gélatineuse, homogène, rouge ou jaunâtre, qui forme en apparence toute la masse du noyau pulpeux.

» Cette membrane est évidemment en rapport immédiat avec les tubes de la substance principale, qui ont leur origine dans la paroi de la cavité du bulbe qu'elle tapisse. Sa couleur apparente et sa constitution me font penser que c'est sa continuation qui produit cette ligne noire réticulée, indiquant la limite entre l'émail et la substance tubulée.

» Le noyau pulpeux reçoit des vaisseaux sanguins considérables, qui lui apportent les matériaux de sa sécrétion.

» Le produit de cette sécrétion est versé dans la poche que forme ce noyau, qui en est, pour ainsi dire, le réservoir.

» Ce produit, dans une incisive de mâchoire inférieure de fœtus de lapin, conservé depuis longtemps dans l'esprit-de-vin, m'a paru composé de granulations blanches, ayant en quelque sorte l'apparence de grains de fécule.

» Je n'ai pu lui découvrir aucune forme, aucune organisation dans le

noyau pulpeux des dents des Musaraignes. Il m'a toujours paru une substance homogène, comme gélatineuse, rouge ou jaune, contenue dans une poche membraneuse très-mince, recevant d'un côté des vaisseaux sanguins, par des branches que lui envoient ceux du canal dentaire, et donnant de toute sa surface, en contact avec les parois de la cavité qu'il remplit, des canaux qui pénètrent immédiatement dans la substance tubuleuse.

» On peut conclure de cette étude de la substance principale et du bulbe dentaire :

» 1°. Que ce bulbe se compose de deux parties distinctes, ayant chacune une fonction particulière;

» 2°. L'une, en rapport immédiat avec les vaisseaux sanguins qui arrivent à la capsule dentaire, est une sorte de follicule dont les parois sécrètent et versent dans la cavité de ce follicule ou du noyau pulpeux les matériaux de la substance tubuleuse : c'est à la fois l'organe préparateur et le réservoir de ces matériaux;

» 3°. L'autre partie du bulbe, qui enveloppe la première, est le canevas de la substance principale ou tubuleuse de la dent, lequel se durcit à mesure que les tubes capillaires dont il se compose reçoivent et absorbent les matériaux préparés par l'organe sécréteur de ce bulbe.

» 4°. Cette théorie concilie jusqu'à un certain point l'ancienne, qui regardait la formation des dents comme une sécrétion de la surface du bulbe, avec celle adoptée récemment par M. Owen, qui admet que les dents croissent comme les os, par intussusception, et que leur durcissement ne diffère de celui des os, que parce qu'il est centripète dans les dents et centrifuge dans les os.

» °. Le bulbe ne me paraît donc pas destiné tout entier à se transformer en dent. Dans tous les cas, il en est réellement, dans une de ses partie, l'organe sécréteur, en ce qu'il en prend les matériaux dans le sang, et qu'il les verse dans sa cavité. Ceci est conforme à l'ancienne théorie.

» 6°. Ces matériaux passent à mesure à travers les parois de cet organe de sécrétion, et en dehors de ces parois dans le canevas tubuleux de la substance principale, dont la forme et les dimensions sont déterminées pour chaque dent, et limitées, d'un côté, par la membrane qui tapisse les parois de la cavité du noyau pulpeux, et de l'autre par celle qui se trouve plus tard enveloppée par l'émail de la couronne. Ces deux membranes sont continues et forment une poche renfermant ce canevas tubuleux de la dent, et plus tard toute la substance tubuleuse.

» 7°. L'arrangement des matériaux de la dent, sécrétés par le bulbe, n'est

donc pas une simple transsudation de ces matériaux par couches, dont la première se ferait dans le vide de la capsule dentaire, entre le bulbe et la membrane émaillante, et dont les autres se placeraient successivement dans la précédente, en se moulant simplement autour de la surface du bulbe.

» 8°. Cet arrangement est déterminé par la forme, le nombre et la direction des tubes nutritifs qui composent la partie dentaire du bulbe, et qui se chargent de ses matériaux.

» 9°. La substance principale des dents ne paraît contenir aucun vaisseau sanguin en activité. En cela, elle diffère essentiellement des os.

» Les dents, ne recevant pas de sang dans leur substance tubuleuse, prennent dans le noyau pulpeux leurs matériaux nutritifs.

» La moelle des os pourrait tout au plus être comparée à la substance du noyau pulpeux, ainsi que l'ont fait MM. Retzius et Owen. Ce dernier appelle canal médullaire unique ce noyau pulpeux d'une dent de mammifère.

» 10°. Les dents simples, une fois durcies, ne croissent pas par développement, quoique se nourrissant par intussusception ; la couche de matière inerte et cristalline qui revêt leur couronne en est une démonstration incontestable. Ce développement donnerait nécessairement plus d'extension à la surface recouverte par l'émail, le fendrait et le détacherait indubitablement.

» 12°. L'accroissement et le durcissement des dents par intussusception ont conséquemment, par cette circonstance et par l'absence de vaisseaux sanguins dans leur substance principale, deux circonstances organiques essentielles qui les distinguent de ceux des os.

» On ne saurait assez signaler la dernière, l'absence de vaisseaux sanguins dans la substance tubulée; elle constitue une différence de structure entre cette substance et les os, riche en conséquences physiologiques, sur lesquelles nous reviendrons en parlant du cément.

» 13°. La partie glanduleuse d'un bulbe dentaire, dans une dent dont l'accroissement est borné, est d'autant plus petite que cet accroissement est plus rapproché de son terme.

» Le canevas de substance tubulée qui fait partie de ce même bulbe se durcit rapidement, et sans qu'il reste de traces d'intermittences ou de périodes de ce durcissement et de l'accroissement du bulbe, par des couches apparentes des sels calcaires qui auraient été déposées successivement.

» Au contraire, dans une dent dont l'accroissement est pour ainsi dire sans limites, telle qu'une incisive de Rongeur ou une défense d'éléphant, la partie glanduleuse du noyau pulpeux reste toujours considérable, et celle

qui devra former successivement le canevas de la dent ne peut manquer de se développer, à mesure que celle qui l'a précédée a été durcie. Il y a, à cet égard, une succession de développements et de durcissements qui fait comprendre les couches successives de ces dents et les cônes emboîtés les uns dans les autres, qui sont si évidents dans les défenses fossiles d'éléphant. »

Après la lecture du Mémoire de M. *Duvernoy*, M. **Serres** fait observer à son confrère que, pour compléter la savante analyse qu'il a faite des travaux publiés sur la structure des dents, il aurait pu mentionner, après ceux de M. Richard Owen, les recherches sur le même sujet de M. Nasmyth, membre du collége des chirurgiens de Londres.

M. **Duvernoy** répond immédiatement qu'il s'empressera, à la prochaine lecture de la suite de son travail, de remplir, à l'égard de M. Nasmyth, la lacune, dans la partie historique de son Mémoire, que son honorable collègue vient de lui indiquer.

M. **Dumas** met sous les yeux de l'Académie deux échantillons d'empierrements exécutés au moyen du rouleau compresseur de M. Schattenmann. Dans un de ces échantillons, du sable a été employé pour remplir les interstices des fragments de pierre; dans l'autre, des débris de carrière ont été employés au même usage, et paraissent avoir déterminé une cohésion plus complète.

Principes d'Organogénie, formant le premier volume d'un Précis d'Anatomie transcendante appliquée à la Physiologie; *par* M. **Serres**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'ouvrage que je viens de publier, intitulé : *Principes de l'Organogénie*, contenant l'exposé des règles que suivent les organismes de l'homme et des animaux dans le cours de leur développement.

» L'idée que les organismes de l'homme et des animaux sont semblables à eux-mêmes, à toutes les périodes de leur existence, est déjà loin de nous.

» L'idée contraire, ou celle qui les suppose différents aux époques principales de leur formation, a surmonté enfin les obstacles de diverses natures qui rendaient si difficile sa réalisation.

» Personne ne croit plus maintenant que l'embryon soit une miniature de l'animal parfait. Tous les anatomistes de nos jours s'accordent pour reconnaître qu'il ne parvient à ce dernier état qu'après avoir traversé des

états primitifs et secondaires qui lui servent en quelque sorte d'échelons.

» La science est unanime sous ce rapport; elle ne l'est pas encore concernant les règles que suivent, en se développant, les divers organismes. Mais, le fait capital étant hors de doute, les physiologistes ne peuvent tarder à s'accorder sur le mode d'après lequel il s'accomplit.

» La modification importante introduite par les professeurs du Muséum dans le programme de la chaire d'anatomie humaine de cet établissement est surtout de nature à favoriser ce résultat.

» Si, jusqu'à ces derniers temps, l'enseignement de l'anatomie de l'homme était presque resté étranger aux progrès immenses de la zoologie et de l'anatomie comparée, les professeurs du Muséum, et particulièrement mon prédécesseur M. Flourens, ont parfaitement compris qu'il était nécessaire de la mettre au niveau de l'état de ces sciences naturelles. C'est aussi ce que je me suis efforcé de suivre depuis trois ans que je suis chargé de cet enseignement.

» Mais, nul ouvrage ne présentant la science physique de l'homme sous l'aspect d'après lequel j'ai dû l'envisager au Muséum, plusieurs des personnes qui m'ont fait l'honneur d'assister aux leçons ont pensé qu'il pouvait être utile d'en publier un sommaire, soit pour faciliter l'intelligence à notre jeunesse studieuse, soit pour lui servir de guide dans le mouvement rapide imprimé dans ces dernières années aux sciences anatomiques et physiologiques. Telle est l'origine de la publication de cet ouvrage, tel est le but que je me propose d'atteindre.

» Ainsi que l'indique l'avertissement placé en tête de ce volume, sa publication est due à la bienveillance des savants éditeurs de l'*Encyclopédie nouvelle*; à celle surtout de M. Jean Reinaut, dont les immenses connaissances m'ont été si profitables. »

M. Piobert fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la partie théorique du *Cours d'Artillerie* qu'il a été chargé de créer, en 1831 et 1832, à l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie. « Dans ce cours, qui depuis lors fait partie de l'enseignement de cette École, toutes les questions ont été traitées, pour la première fois, en ne s'appuyant que sur l'expérience, ou sur des théories constamment déduites des faits et dégagées de toute hypothèse. La plupart des considérations nouvelles qui sont développées dans cet ouvrage ne sont pas exclusivement relatives au service de l'artillerie; presque tous les résultats obtenus sont susceptibles de nombreuses applications et peuvent être avantageusement utilisés dans diverses

questions importantes de mécanique. On y détermine les effets utiles de la force expansive des fluides élastiques, les effets destructeurs de ces agents énergiques et la résistance dont sont susceptibles les enveloppes qui servent à les contenir. Les principes raisonnés de construction des voitures, des roues et des essieux y sont développés, tant sous le rapport de la solidité que sous celui du tirage qui est nécessaire pour mouvoir les véhicules; enfin la force de traction du cheval et des autres animaux de trait est traitée d'une manière nouvelle, qui rend parfaitement compte de tous les effets observés dans la pratique.

» La rédaction de cette partie du cours d'artillerie, lithographiée à Metz en 1841 et revue en entier depuis cette époque, a été faite d'après les cahiers manuscrits et les leçons orales de M. Piobert pendant l'année 1835, par deux officiers très-distingués qui furent désignés alors pour le suppléer et le remplacer comme professeur; des vingt-huit leçons dont l'ouvrage se compose, M. Didion a rédigé les deux premières et M. de Saulcy les vingt-six autres. »

M. le Président invite la Section d'Astronomie à présenter une liste de candidats pour une des deux places de correspondant vacantes dans cette Section.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les moyens par lesquels on peut obtenir la précipitation du bronze dans les opérations galvano-plastiques; par* M. de **Ruolz**.

(Commission précédemment nommée pour diverses communications relatives à la précipitation des métaux au moyen des courants électriques.)

« L'intérêt avec lequel l'Académie a daigné accueillir mes premiers travaux me fait espérer qu'elle ne considérera pas leur continuation comme entièrement indigne de son attention.

» *Précipitation galvanique du bronze.* — 1°. Le Rapport fait à l'Académie sur mes recherches, au nom de la Commission des prix Montyon, par son illustre président, M. Dumas, contenait (à l'occasion de la possibilité de précipiter galvaniquement non-seulement des métaux simples, mais encore des alliages) la phrase suivante : « C'est un point de vue dont M. de Ruolz » ne s'est pas occupé, mais que nous recommandons à son zèle et à sa » pénétration. » En me laissant un souvenir de respectueuse reconnais-

sance, cette phrase m'a paru l'expression d'un ordre à exécuter, l'indication d'un devoir à remplir.

» Déjà les ingénieuses applications de l'électro-chimie à la métallurgie, faites par M. Becquerel, rendaient le succès probable. En persistant dans mes recherches, j'ai cru devoir m'attacher principalement à l'alliage le plus important peut-être par ses nombreuses applications aux arts, celui dont des siècles d'expérience ont garanti les avantages sous le double rapport de la durée et de l'effet artistique, l'alliage des bouches à feu, le *bronze*.

» *Lois de la précipitation simultanée.* — Il résulte de mes recherches que, pour obtenir galvaniquement la précipitation simultanée de deux métaux, il faut remplir les conditions suivantes :

» 1°. Que les deux dissolutions métalliques qu'il faut mélanger ne soient pas susceptibles de se décomposer réciproquement en donnant lieu à un composé insoluble quelconque;

» 2°. Que, dans les proportions à adopter, il ne faut pas avoir égard seulement aux quantités relatives des deux métaux qui constituent l'alliage que l'on veut obtenir, mais encore à la loi de précipitation de chaque métal pris individuellement, ou à la puissance électrique nécessaire pour précipiter, dans un temps x, une quantité donnée de chacun d'eux.

» Ainsi, dans le cas qui nous occupe, pour obtenir un alliage composé de cuivre 90, étain 10, il faut employer une dissolution contenant ces deux métaux dans des proportions toutes différentes.

» En effet, les divers échantillons de fer *bronzé* que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, et qui, d'après les analyses que j'ai pratiquées sur des pièces analogues, contiennent, comme l'alliage des bouches à feu, 10 à 20 pour 100 d'étain, ont été obtenus en faisant agir la pile à courant constant sur une dissolution ainsi composée : Prenez eau 5000 p.; faites-y dissoudre assez de cyanure de potassium pour marquer 4 degrés au pèse-sel, la température étant de + 25° centigr. Faites dissoudre dans cette liqueur, à une température de +50 à +60° centigr., 30 p. de cyanure de cuivre sec; puis faites dissoudre à la même température 10 p. de bioxyde d'étain. Une partie de l'étain, réduite à l'état métallique, apparaîtra sous forme d'une poudre noire; le reste se dissoudra, non pas, telle est notre pensée, à l'état de cyanure double, mais à l'état de stannate de potasse, à la faveur de l'excès d'alcali contenu dans la solution de cyanure de potassium.

» Nous pensons que cette application pourra offrir de l'intérêt pour tous les objets de serrurerie en fer auxquels le cuivrage ne convient pas sous le double rapport de la couleur désagréable du cuivre rouge et [illegible]

lité de ce métal, ainsi que pour un grand nombre d'objets d'art en fonte de fer.

» *Plombage.* — 2°. N'ayant rien changé aux procédés de plombage que nous avons déjà eu l'honneur de soumettre à l'Académie, nous ne les décrirons pas ici. Nous lui adressons un tuyau en fer recouvert, à l'intérieur comme à l'extérieur, de 2 kilogr. de plomb. Nous pensons que cette application peut offrir un grand avantage pour la conservation des tuyaux de conduite d'eau, ainsi que pour certaines grosses pièces de machines, notamment des machines à vapeur des paquebots, exposées à l'action délétère de l'eau de mer. Le peu de facilité avec laquelle le plomb est attaqué par les divers agents chimiques offre à cet égard toute chance de succès.

» Nous joignons des échantillons d'ardoises en tôle fortement plombée; elles sont taillées sur le modèle des ardoises ordinaires, et leur légèreté permet de les mettre aux lieu et place de ces dernières sans être obligé de modifier le système de toiture des bâtiments.

» *Étamage.* — Nous avons aussi l'honneur d'adresser à l'Académie un morceau de corniche en fonte de fer recouvert d'une forte couche d'étain. La beauté de cet échantillon nous fait penser que l'on pourrait appliquer ce procédé à une foule d'ornemens de ce genre, en les préservant des effets délétères de l'air et de l'humidité.

» *Examen comparatif du zingage et du plombage ou étamage.* — Nous terminerons par quelques considérations sur le zingage comparé aux deux applications dont nous venons de parler.

» Nos recherches à cet égard nous ont conduit aux résultats suivants :

» 1°. Le zingage galvanique est industriellement inapplicable aux grosses pièces, vu la dépense énorme de force électrique qu'il exige : on en jugera par ce fait que, tandis que l'action de 6 éléments de notre pile a suffi pour déterminer le dépôt de 2 kilogr. de plomb sur le tuyau en fer que nous présentons ici, un tuyau tout semblable, soumis à l'action de 300 éléments de la même pile, n'a pris, dans le même temps, que 500 grammes de zinc.

» 2°. Le zinc, par son contact avec le fer, devient positif; mais l'influence préservatrice qui en résulte ne s'exerce que dans un très-petit rayon, de telle sorte qu'une pièce étant zinguée, si une partie de fer se trouve mise à nu, cette partie se rouille avec autant de rapidité que si la pièce n'était pas zinguée sur le reste de sa surface. Nous avons fait à cet égard des épreuves réitérées.

» 3°. Le zinc est par lui-même un métal facilement attaquable, et, sous ce rapport, très-inférieur à l'étain et surtout au plomb, auxquels il est facile

d'ailleurs, par les motifs déjà exposés, de donner une épaisseur beaucoup plus grande.

» 4°. Les inconvénients du zingage par immersion dans un bain de zinc fondu sont connus, et le Rapport de l'illustre académicien que nous avons déjà cité nous dispense de détails à cet égard.

» *Conclusions de cette comparaison.* — Par suite de tous ces motifs, nous sommes convaincus que, comme moyen préservatif du fer et de la fonte, le plomb (ou l'étain suivant les cas) doivent être préférés au zinc.

» *Prix peu élevé du plombage.* — Nous ajouterons que le prix du plomb est beaucoup moins élevé que celui du zinc, et que nous pouvons l'appliquer en augmentant très-peu la valeur du métal déposé. En effet, nous employons une dissolution de litharge dans la potasse; cette dernière n'étant pas décomposée, le bain une fois fait peut servir indéfiniment et se trouve entretenu constamment au même état de saturation, soit en employant comme pôle positif une large feuille de plomb qui se dissout en quantité équivalente au plomb précipité, soit en rechargeant le bain de litharge à mesure qu'il s'épuise. La main d'œuvre est nulle, et l'on a vu que la dépense d'électricité est minime.

» *Question des boulets.* — Nous ajouterons que le plombage nous paraîtrait pouvoir s'appliquer avec avantage à la conservation des boulets, qui s'altèrent en mer, ne sont plus de calibre, et que l'on est dans l'usage, au retour des expéditions longues, de recouvrir *mécaniquement* d'un fourreau de plomb, moyen infiniment plus dispendieux que celui que nous proposons. Resterait même, peut-être, à examiner si, par suite de la flexibilité du plomb et de l'action qu'exercerait sur lui le refouloir en faisant remplir hermétiquement l'âme de la pièce, la force d'impulsion ne serait pas augmentée. »

M. Challuau adresse un Mémoire ayant pour titre : *Notice sur le calcul des surfaces des plans : nouvelle méthode et nouvel instrument destinés à rendre cette opération tout à la fois plus expéditive et plus exacte.*

(Commissaires, MM. Puissant, Mathieu.)

M. Barruel soumet au jugement de l'Académie une *Note sur la Composition des bagasses.*

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

L'Académie reçoit deux communications relatives aux *télégraphes de nuit*, adressées l'une par M. A. **Brachet**, l'autre par M. **Cocciolo.**

(Commission nommée pour le télégraphe de nuit de M. Vilallongue.)

M. **Leroy d'Étiolles** envoie une Note additionnelle à ses précédentes communications sur les *moyens de diminuer les dangers des chemins de fer*.

(Commission des chemins de fer.)

M. **Taverna** envoie un supplément à un Mémoire qu'il avait précédemment présenté sur l'emploi des *essieux brisés*.

(Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** autorise l'Académie à joindre à la somme destinée au grand prix des Sciences physiques de l'année 1843 celle qui était affectée au concours de 1841, concours pour lequel aucun Mémoire n'avait été présenté. La valeur du prix qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1843, sera ainsi de 6000 francs.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de lui faire connaître son opinion sur l'utilité de divers instruments de physique et de météorologie demandés par un voyageur, M. *de Castelnau*, qui se propose de visiter une partie de l'Amérique intertropicale.

Une Commission composée de MM. Arago, Mathieu et Babinet, est chargée de faire un Rapport en réponse à la demande de M. le Ministre.

M. **Wheatstone**, récemment nommé à une place de correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

physique du globe. — *Observation sur le glacier de l'Aar.* — Extrait d'une Lettre de M. **Agassiz** à M. *Arago*.

« Depuis huit jours je suis de nouveau établi sur le glacier de l'Aar, avec plusieurs de mes amis qui m'aideront à poursuivre les nombreux phéno-

mènes qui s'y présentent, et dont l'étude semble devenir de plus en plus difficile et plus compliquée à mesure que les observations se multiplient. Je profite d'un jour de repos pour vous rendre compte de quelques résultats que nous avons déjà obtenus, et que je désire communiquer à l'Académie.

» Un premier fait qui m'a vivement intéressé, c'est l'avancement progressif de ma cabane, qui a marché de 207 pieds (mesure suisse) depuis le mois de septembre de l'année dernière. Quatorze années d'observations sur la marche du glacier de l'Aar, faites d'abord par M. Hugy sur sa cabane, depuis 1827 jusqu'en 1836, et que j'ai continuées depuis sur un bloc situé 2000 pieds plus haut, ont donné pour moyenne de la marche annuelle de ce glacier 220 pieds. Loin d'accélérer sa marche en descendant, il paraît que la partie inférieure du glacier marche plus lentement que la partie supérieure. Je n'ai pas encore des observations assez nombreuses pour pouvoir fixer la vitesse de cette progression par mois, par jours, de jour et de nuit; mais j'espère y arriver cette année. Ce que je puis annoncer positivement dès à présent, c'est que le glacier est immobile en hiver: je n'en citerai pour le moment d'autre preuve que la continuité de la neige qui recouvre sa surface et les parois de rochers entre lesquelles il est encaissé; s'il en était autrement, il se formerait des déchirures dans la neige entre le glacier et le rocher. Ce fait est une objection capitale contre l'opinion de Saussure, qui pensait que le mouvement du glacier était dû à la fonte de la surface inférieure par l'effet de la chaleur propre de la terre.

» Un autre fait très-curieux et peu connu, c'est l'ablation de la surface du glacier. Depuis deux ans je m'étais assuré que, pendant l'été, la surface du glacier s'abaissait de 6 à 7 pieds, sans que pour cela son niveau absolu diminuât. J'avais même remarqué, en 1841, que, malgré une ablation de 7 pieds de glace, le niveau de la surface du glacier s'était considérablement élevé. J'attribuai ce phénomène extraordinaire à la congélation de l'eau qui s'infiltre continuellement dans la masse du glacier, et qui le dilate dans tous les sens; mais, pour mettre ce fait hors de doute, je fis diverses expériences dont les principales sont les suivantes : Je fis faire plusieurs trous de sonde de différents diamètres et à différentes profondeurs, et je mesurai matin et soir la quantité d'eau accumulée dans chacun d'eux; je m'assurai par là qu'il s'infiltre une quantité d'eau beaucoup plus considérable dans le glacier de jour que de nuit, et que cette quantité est proportionnelle aux surfaces des trous dans lesquels elle s'accumulait. Dans un Mémoire que j'ai rédigé ce printemps, et qui sera imprimé dans

quelque temps seulement, j'ai donné tous les détails de ces observations. D'un autre côté, afin de mesurer plus rigoureusement l'ablation de la surface, je fixai quatre perches dans des trous de sonde, et j'y marquai le niveau de la surface du glacier au commencement de septembre 1841; le 9 juillet de cette année-ci, je trouvai la marque de trois de mes perches à 3 pieds 7 pouces et celle de la quatrième à 3 pieds 5 pouces au-dessus de la surface. Pour mettre cette expérience en rapport avec la marche générale du glacier, j'avais en outre rempli un trou de sonde, de 140 pieds de profondeur, de gravier séparé de 9 en 9 pieds par des cylindres numérotés, de 1 pied de longueur. Le premier cylindre, qui était à 3 pieds au-dessous de la surface en septembre dernier, sortait de 6 pouces le 9 juillet 1842, au centre d'un cône graveleux; le 12 de ce mois il fut complétement dégagé. Si l'on peut conclure de ces trois années d'observations que l'ablation annuelle de la surface du glacier est de 5 pieds, on doit s'attendre à voir le cylindre du fond de ce trou reparaître à la surface du glacier, dans 27 ans, à 5940 pieds plus bas que l'endroit où il se trouve maintenant, la marche annuelle du glacier étant de 220 pieds. Si la masse d'un glacier ne se renouvelait pas continuellement par l'infiltration de l'eau, tout glacier de 6000 pieds de long devrait avoir au moins 140 pieds d'épaisseur à son origine; or j'en ai mesuré un hier qui a environ 4000 pieds de longueur, dont l'épaisseur n'est pas de 50 pieds à son origine, et qui n'est pas sensiblement plus mince à son extrémité inférieure.

» Étant arrivé cette année un mois plus tôt (le 9 juillet) sur le glacier que l'année dernière, j'ai pu comparer son aspect à ces deux époques. J'ai été frappé de l'apparence bosselée de toute sa surface à une certaine distance des moraines : ces bosses ont de 2 à 3 et même 4 pieds de haut; leur sommet est irrégulièrement arrondi, et entre elles il y a de nombreuses petites flaques d'eau. On ne remarque encore aucune trace des bandes blanches et des bandes bleues dont se compose la glace des glaciers à la surface de ces bosses; on en aperçoit quelques indices seulement au fond des flaques d'eau. En revanche, le haut des bosses est fissuré profondément dans la direction longitudinale du glacier, et ces fissures sont rectilignes, et souvent très-nombreuses et très-serrées. J'ai pu me convaincre que ces fissures correspondent aux bandes bleues de l'année dernière, désagrégées par l'action de la chaleur; j'en ai eu la preuve directe en découvrant une partie de la moraine, dont la glace, préservée de l'influence des agents atmosphériques par le gravier et les cailloux qui la composent, a pris, après quelques heures d'exposition, exactement le même aspect que la glace bosselée du milieu du glacier, et s'est fissurée dans le même sens, par la disparition des bandes

bleues. Le long des moraines les bandes bleues sont très-visibles; la surface de la glace est unie dans cet endroit, et continuellement humectée par l'eau qui découle des moraines et par les nombreux ruisseaux qui proviennent de la fonte des neiges supérieures, de l'épuration du névé et de l'écoulement des crevasses. La quantité d'eau accumulée dans ce moment sur le glacier et dans sa masse paraît énorme; toutes les crevasses de sa partie supérieure sont complétement pleines, celles du milieu de son cours sont à peine à moitié vides, celles de son extrémité inférieure seules sont complétement vides. Ce fait, et la présence de plusieurs petits lacs sur les bords du glacier, me paraissent prouver que l'eau du glacier s'écoule en s'infiltrant dans la masse comme dans une éponge, et non point en tombant par les crevasses au fond de son lit. Je me suis assuré de l'étendue de cette infiltration et de son activité en introduisant des matières colorantes dans les trous de sonde, et je me suis convaincu qu'elle a lieu beaucoup plus rapidement dans les bandes bleues que dans la glace blanche. Enfin j'ai pu constater que les bandes bleues sont de la glace d'eau congelée par lames verticales dans le névé lorsqu'il s'épure, et qui se maintiennent en s'agrandissant et en subissant diverses modifications dans le cours du glacier; tandis que la glace blanche est le résultat du mélange du névé et de l'eau qui, en se congelant ensemble, forment un poudingue de neige grenue, d'air et d'eau. L'aspect de la glace qui s'est formée l'hiver dernier dans les différents trous que j'avais faits l'été précédent dans le glacier m'a prouvé que la glace bleue est réellement de la glace d'eau pure. Vouloir attribuer la formation des bandes bleues à un phénomène de pression, c'est faire de la théorie, sans tenir compte des faits.

» Je communiquerai plus tard à l'Académie les résultats des observations que je poursuis maintenant; l'étude des phénomènes du glacier est trop difficile et les circonstances dans lesquelles on peut s'y livrer trop pénibles pour qu'on puisse arriver à leur solution en peu de temps. Les mouvements longitudinaux des glaciers sont maintenant suffisamment connus, mais les déplacements latéraux de la masse n'ont point encore été observés; pour parvenir à les apprécier, l'un de mes compagnons de voyage, M. Wild, est occupé à faire une carte générale du glacier et des plans détaillés des points les plus importants, où tous les blocs et toutes les crevasses seront indiqués, afin de pouvoir constater à la fin du mois prochain, et derechef l'année prochaine, les moindres changements qu'ils auront subis. M. Wild est l'un des ingénieurs qui ont mesuré la base de la triangulation de la Suisse, en sorte que son travail méritera toute confiance.

Nous avons aussi un laboratoire de chimie et de physique à côté de notre cabane, pour analyser la glace et l'air du glacier et étudier les moindres phénomènes qu'il peut importer de connaître pour arriver à une connaissance complète des glaciers. Dès que ces travaux seront achevés, j'aurai l'honneur de faire parvenir à l'Académie un résumé des principaux résultats que nous aurons obtenus. »

PHYSIQUE. — *Extrait de deux Lettres de* M. **Matteucci** *à* M. Arago, *sur la phosphorescence des corps.*

« .....Dans mes recherches sur la phosphorescence, j'ai tiré grand parti d'un papier que j'ai appelé *phosphoroscopique,* et qui se prépare tout simplement en répandant uniformément avec un tamis la matière phosphorescente sur du papier mouillé avec une solution de gomme arabique. Ce papier est très-sensible à l'action de la lumière solaire, de l'étincelle électrique et des différentes flammes. J'ai pu très-bien établir qu'avec le phosphore de Canton, la phosphorescence n'est excitée que par les rayons *violet* et *indigo* d'un spectre obtenu avec un prisme de verre assez bon : j'ai trouvé le même résultat avec un prisme d'eau. Le rayon solaire qui passe à travers une lame de quartz ($0^m,003$) avant d'arriver sur le prisme, porte la phosphorescence jusqu'aux rayons *bleus;* alors le maximum est dans le violet, près de l'indigo.

» J'ai essayé le passage de la lumière à travers différents corps. Ceux qui parmi les solides laissent passer le mieux les rayons produisant la phosphorescence sont : l'alun, le quartz, le sel gemme; ceux qui les arrêtent le plus sont : le mica, même très-mince, et la tourmaline.

» J'ai réuni un très-grand nombre de faits qui prouvent que la transparence ne doit pas être confondue avec la propriété qu'ont les corps de laisser passer les radiations phosphorescentes. L'ordre dans lequel les corps peuvent être disposés quant à la propriété qu'ils ont de laisser passer les rayons phosphorescents n'est pas le même pour les différentes sources de lumière.

» Le passage des rayons solaires à travers certains corps favorise le passage des rayons phosphorescents qui y sont amenés par d'autres corps.

» J'ai été beaucoup aidé, dans ces expériences, longues et minutieuses, par deux de mes élèves très-distingués, le jeune Ridolfi et le docteur Cima de Cagliari.

» Pise, le 24 juin 1842. »

«.. J'ai dirigé mes nouvelles recherches sur le moyen de déterminer le temps qui est nécessaire pour exciter la phosphorescence à l'aide d'un rayon solaire. Voici ma méthode : j'ai introduit la lumière solaire dans une chambre obscure, en la faisant réfléchir par une glace étamée; le trou du volet avait 15 millimètres de diamètre. A 20 centimètres de ce trou j'ai fait tomber cette lumière sur un disque de fer-blanc qui était fixé par son axe à un mouvement d'horlogerie; ce disque avait tout près de ses bords un trou rond de 10 millimètres. Derrière ce disque on avait fixé, à 10 centimètres, un support sur lequel pouvait se fixer le papier phosphoroscopique : un observateur se tenait renfermé dans une chambre obscure, et recevait des mains d'un aide le papier phosphoroscopique, par l'intermédiaire d'une espèce de tiroir. J'ai tâché de trouver la vitesse de rotation qu'il fallait donner au disque pour avoir la phosphorescence excitée *par un seul passage;* il était facile de calculer le temps employé pour parcourir le diamètre du trou, et par conséquent la durée de l'impression. J'ai vu très-aisément qu'en donnant au disque une vitesse de rotation toujours plus rapide, on arriverait à une limite où, par une seule impression, la phosphorescence n'était pas excitée; j'ai trouvé pour limite, dans mon cas, trente centièmes de seconde de temps ($0^s,30$). La phosphorescence ainsi excitée ne dure qu'une très-petite fraction de seconde. Je crois que la durée nécessaire pour exciter la phosphorescence doit être encore moindre que je ne l'ai trouvée : avec un temps d'excitation au-dessous de $0^s,30$, la phosphorescence ne persiste pas assez pour pouvoir être observée. Quand la vitesse augmentait, il fallait un certain nombre d'impressions, toujours de plus en plus grandes, pour rendre la lumière sensible : cela prouve que la matière acquiert de l'activité, et que ce qui est acquis dans une impression n'est pas perdu à une seconde si elle la suit de près. Toutes ces expériences ont été faites avec le papier phosphoroscopique de Canton. Voici encore des résultats très-curieux obtenus avec le papier rendu phosphoroscopique avec le phosphore de Bologne.

» Avec ce premier phosphore, je n'ai obtenu que cette différence : le verre vert léger et le verre blanc laissent passer le mieux les vapeurs qui excitent la phosphorescence; avec le second phosphore, l'alun est le corps qui laisse le moins passer les rayons phosphorescents : l'alun devient inférieur au quartz, au sel gemme et au sulfate de chaux. Ce papier phosphoroscopique de Bologne, exposé au spectre solaire obtenu avec le prisme de verre et dans les mêmes conditions qu'avec l'autre papier, donne le maximum de phosphorescence dans la bande *bleu vert;* si l'on prolonge

l'expérience au-delà d'une minute ou deux, suivant la clarté du jour, on voit la phosphorescence dans tout le spectre, mais toujours avec le maximum dans le même endroit. On voit cela également en tenant note de la durée de la phosphorescence : il reste à voir si un rayon réfléchi a plus ou moins d'activité que le rayon direct.

» Pise, 18 juin 1842. »

MÉTÉOROLOGIE.— *Observations de pluie par un temps serein.* — Extrait d'une Lettre de M. **WARTMANN** à M. *Arago*.

«...Le 11 mai dernier, à $10^h 3^m$ du matin, temps moyen, le ciel bleu et parfaitement pur ne laissait apercevoir aucun nuage visible sur l'horizon; l'air était calme; le baromètre de l'Observatoire, réduit à zéro, marquait dans ce moment $730^{mm},5$; le thermomètre centigrade à l'air libre, $+9°,3$, et l'hygromètre à cheveu, 70°. Je me trouvais dans la rue de l'Hôtel-de-Ville (non loin de l'Observatoire), bordée à droite et à gauche de maisons assez élevées, quand tout à coup je fus surpris par une ondée inattendue et abondante au point de mouiller complétement le pavé de la rue dans toute sa longueur; je levai aussitôt les yeux vers le ciel, qui était du plus bel azur au-dessus de ma tête, et d'où je vis descendre, dans une direction parfaitement verticale et pendant cinq minutes et trois quarts, une pluie formée de gouttes larges et chaudes qui provenaient d'une région fort élevée, ainsi que j'ai pu l'apprécier par le brillant éclat que les rayons solaires communiquaient à chaque goutte, éclat qui les rendait assez distinctes pour être visibles à une grande distance.

» Le même jour, 11 mai à 3 heures après midi, il y a eu une répétition du même phénomène. Comme je traversais la place de Bel-Air, je fus témoin d'une pluie par un ciel parfaitement serein, dont les gouttes, peu serrées mais larges et tièdes, tombaient verticalement. Cette pluie présenta trois intermittences remarquables. Après une averse de trois quarts de minute de durée, le phénomène cessa pendant une demi-minute, puis il recommença tout à coup avec autant d'intensité que la première fois et dura une minute; il fut de nouveau suspendu pendant cinquante secondes, après quoi il y eut encore une nouvelle chute spontanée de gouttes fort larges et assez serrées qui avaient une légère *odeur électrique*, analogue à celle que M. Schœnbein désigne sous le nom d'ozon. Cette dernière chute se prolongea deux minutes.

» L'air, pendant l'accomplissement du phénomène, était parfaitement

calme; le baromètre de l'Observatoire, réduit à zéro, marquait 727^{mm},61; le thermomètre centigrade à l'air libre, + 13°, et l'hygromètre à cheveu, 67°; il n'y avait aucun nuage visible sur toute l'étendue du ciel. Le matin, à 8 heures, un léger zéphyr soufflait dans la direction de l'est-nord-est, l'après-midi il passa un moment au nord-nord-ouest, puis, à 8 heures du soir, il tourna au sud-sud-ouest; mais, à 10 heures du matin, à 3 heures après midi et à 9 heures du soir, un calme plat régnait dans l'air.

» M. Bruderer, astronome adjoint à l'Observatoire, a aussi remarqué, non sans surprise, quelques minutes après 3 heures, de la place Maurice qu'il traversait pour se rendre à l'Observatoire, une pluie instantanée à larges gouttes qui se reproduisit plusieurs fois en moins d'un quart d'heure, quoique le ciel fût parfaitement pur, sans vapeurs et sans nuages. Ce fait met hors de doute que cette pluie s'est étendue à la fois sur une grande surface, puisque M. Bruderer était situé dans un quartier assez éloigné de celui où je me trouvais, et nous n'occupions sans doute ni l'un ni l'autre les limites du sol arrosé.

» Une circonstance qui mérite de fixer l'attention des météorologistes, c'est que la pluie par un ciel serein, observée le 21 avril dernier par M. Bodson de Noirfontaine, et celle du 2 mai suivant, observée par M. Babinet, consistaient, selon la description que ces savants en ont donnée, en gouttes *très-fines* et *très-froides*, tandis que celle dont je viens de vous entretenir, qui a eu lieu à Genève le 11 du même mois de mai, était formée de gouttes *très-larges* et *tièdes*, et tout à fait analogue à celle que votre illustre ami, M. de Humboldt, observa autrefois sous une latitude bien différente de celle de la Suisse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la forme de quelques éclairs; par* M. **J. Fournet**, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

« Dans son beau travail sur le tonnerre, M. Arago distingue quatre formes différentes dans les émanations électriques des nuages, savoir : 1° les éclairs linéaires, minces, arrêtés sur les bords et cheminant en zig-zag avec une énorme vitesse; 2° les éclairs diffus et couvrant de grandes surfaces nuageuses; 3° les feux circonscrits en forme de globes, dans lesquels la matière électrique est en quelque sorte condensée, et dont le mouvement de progression s'effectue avec une certaine lenteur; enfin, 4° les lueurs d'apparence phosphorique qui persistent pendant quelque temps sur les bords ou sur tout l'ensemble de certains nuages. On conçoit que,

pour arriver à saisir les causes de ces diverses manières d'être, il convient de savoir si elles doivent être considérées comme formant des types entièrement indépendants, ou bien s'il n'y aurait pas divers passages des unes aux autres; les faits que je vais citer me paraissent venir à l'appui de cette dernière supposition.

» A la suite des fortes chaleurs et des journées pures des 14, 15 et 16 juillet 1842, on vit, dans la matinée du 17, à Chessy, les préliminaires habituels des orages, c'est-à-dire ces gros *cumuli* simulant des rochers verticaux et stationnant au-dessus des montagnes de l'ouest. La chaleur continuait à être très-forte, car, à 2 heures du soir, le thermomètre centigrade, à l'ombre, s'élevait à 32°,5, et le même instrument, enveloppé d'une étoffe noire, indiquait 42°,5. A 3 heures et demie, les nuages commencèrent à s'aplanir sous un vent d'ouest, et finalement, à quatre heures, le sud-ouest ayant pris le dessus, une ondée de courte durée et des éclairs jaillirent d'une colonne nuageuse grise, établie du Pererat à Chessy. Cette colonne ne dépassait pas le zénith de la limite des plaines lyonnaises, parce que son extrémité se dissolvait au fur et à mesure qu'elle y arrivait, se trouvant alors sous l'influence d'un vent du nord, qui d'ailleurs balaya le tout vers les 7 heures du soir.

» Durant cette dernière période de l'orage du jour, il y eut parmi les éclairs diffus un grand nombre d'éclairs linéaires, les uns courbés en arcs de cercle, les autres bifurqués; et, ce qui est encore bien digne de remarque, c'est que ces traits se dirigeaient pour la plupart par le travers de la colonne depuis son bord septentrional vers son bord méridional, comme si le vent du nord qui régnait indépendamment du sud-ouest avait occasionné cette allure.

» Après l'éclaircie précédente, à 8 heures du soir, survint la seconde période de l'orage qui se développa plus largement que la précédente. Deux colonnes de nuages gris étaient placées parallèlement, l'une, comme précédemment, du Pererat à Chessy, l'autre du Boncivre à Sainte-Paule. La première ne versa point de pluie, demeura encore une fois stationnaire, tandis que l'autre répandit une très-forte averse à Tarare, chemina rapidement vers le Beaujolais, où je la perdis bientôt de vue, et c'est hors de son sein que surgissaient les éclairs qui forment l'objet principal de ces observations.

» Ils appartenaient, en général, à la catégorie des éclairs diffus, illuminant de leurs lueurs rouges, tremblottantes, multipliées, des longueurs de trois à quatre lieues du flanc sud-est de la colonne, le seul que je pouvais

voir de ma station. Dans le nombre, il s'en trouva plusieurs qui, indépendamment de la forme indiquée ci-dessus, offraient un ou deux centres lumineux. Dans d'autres, la matière électrique, encore plus condensée et émanant toujours d'un éclair diffus, offrait de mon point de vue l'apparence d'une traînée de feu rouge qui s'élevait verticalement en ligne droite ou en courbes sinueuses. Ces dernières se jettaient encore du nord au sud, comme les traits vifs de l'orage de l'après-midi. Ce qui m'a surtout frappé dans ces jets, c'est qu'ils offraient la représentation la plus exacte possible de ces fusées simples qui surgissent de temps à autre du milieu de la clarté générale produite par un feu d'artifice. Ils différaient par conséquent des éclairs du second genre, avec lesquels ils faisaient corps, par une plus grande concentration du fluide électrique, et de ceux du premier genre par leur instantanéité, par leur lumière moins éblouissante, par leur marche rectiligne ou curviligne, sans zigzags à angles vifs, et enfin par leur forme raccourcie. Si donc je ne me trompe, ils indiquent un état intermédiaire entre ces deux types; et, dans tous les cas, j'aurai eu occasion d'observer, dans un seul et même orage, diverses formes nouvelles qu'il était bon de connaître.

» Avant de terminer, qu'il me soit encore permis d'ajouter que, parmi les éclairs diffus, on peut ranger une autre structure remarquable en ce qu'au lieu d'être plus ou moins allongée, elle est parfaitement circulaire, avec un noyau central très-éclatant, comme un soleil garni de ses rayons. Ces sortes d'éclairs émanent du flanc des colonnes orageuses les plus denses et les mieux agglomérées, et celles-ci semblent alors offrir une ouverture analogue à la bouche d'un canon au moment d'une explosion.

» Cette manière d'être, qui n'est pas très-fréquente, présente une assez grande ressemblance avec les centres lumineux de ma première forme d'éclairs, pour que je n'aie pas dû la passer sous silence dans cet exposé. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore lumineux observé le 3 juin à Montpellier.* — Extrait d'une Lettre de M. **Marcel de Serres** à M. *Arago*.

« Vendredi 3 juin, vers 9 heures 10 minutes du soir, un météore igné de la plus grande beauté a parcouru l'horizon dans les environs de Montpellier, dans la direction du sud-est au nord-ouest. Il s'est évanoui dans cette dernière direction, après avoir traversé la petite Ourse, le Dragon, la grande Ourse, le Lion, et avoir brillé quelques secondes.

» Les personnes qui l'ont aperçu l'ont comparé à une immense fusée

volante du plus grand éclat. Lorsque j'ai vu sa traînée lumineuse, j'ai cru que la maison de campagne auprès de laquelle j'étais assis était la proie d'un incendie aussi subit que violent. Sa clarté illuminait d'une vive lumière la plus grande partie de ma terrasse.

» Des personnes dignes de toute ma confiance, qui se trouvaient à Montpellier au moment de l'apparition de ce beau météore, ont attribué à la couleur de sa lumière une teinte blanchâtre, tandis que cette même nuance m'a paru rougeâtre à un quart de lieue de la ville.

» L'ignition de ce météore était si vive, que si sa chute avait eu lieu sur des matières combustibles elles auraient été certainement embrasées.

» Ce bolide a été vu à l'Observatoire de Toulouse, ainsi que dans une grande partie de l'Aveyron, à la même heure qu'à Montpellier. M. le général Lejeune, qui se promenait à cheval sur la route de Blagnac à Toulouse, a eu le temps de parcourir environ 50 mètres pendant la durée de l'apparition. Ces circonstances prouvent que cet astéroïde se trouvait à une grande hauteur au-dessus de la Terre; elles permettent de penser qu'il peut être passé près de nous sans tomber sur notre planète, malgré l'assertion de M. le docteur Flavard d'Aniane, qui prétend l'avoir vu se briser dans un lieu précis, au pied du bois de Brousse, près du pont Saint-Guilhem (Hérault).

» Ce météore n'a point d'importance minéralogique, mais il pourrait en avoir une astronomique, si plusieurs observateurs pouvaient indiquer quelques-unes des étoiles auprès desquelles il a passé. C'est ce que notre position ne nous a pas permis de faire au moment de son apparition. C'est donc pour appeler l'attention des astronomes sur cette circonstance, que nous avons cru utile, monsieur, de vous adresser ces observations, tout incomplètes qu'elles sont, en vous priant de les mettre sous les yeux de l'Académie. »

M. **Martin Saint-Ange** écrit relativement à la discussion qui a eu lieu entre MM. *Coste* et *Lesauvage* touchant *l'origine, le mode de formation et le développement de la caduque,* et relativement à la réclamation de priorité élevée par ce dernier pour quelques-unes des opinions soutenues par M. Coste.

« Je viens aujourd'hui à mon tour, dit M. Martin Saint-Ange, non pas réclamer une priorité, mais offrir à l'Académie, dans l'intérêt de la science, les résultats de mes expériences, les pièces anatomiques et les des-

sins qui infirment les *vues trop générales* émises par MM. Coste et Lesauvage, et qui *tendent* plutôt à rétablir ce qui est déjà admis.

» Il y a plus de dix ans que je m'occupe de l'anatomie pathologique de l'œuf humain, et les faits nombreux que j'ai observés, quoique insuffisants encore pour arriver à quelque chose de positif, rendent bien compte cependant de la grande divergence d'opinion qui existe parmi les anatomistes et les physiologistes qui se sont occupés de décrire la membrane caduque. Il y a du vrai dans presque tout ce que les auteurs ont dit; mais tous n'ont pas, suivant moi, assez observé surtout les faits d'anatomie pathologique, qui sont le véritable flambeau de l'anatomie physiologique. Aussi a-t-on souvent été induit en erreur, en prenant l'exception ou l'état maladif pour la règle ou l'état normal. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Marc d'Espine**, qui avait présenté au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire ayant pour titre: *Recherches étiologiques sur la mort et les maladies mortelles*, écrit que la première Commission à laquelle ce Mémoire a été soumis l'a renvoyé au concours de Statistique, et qu'à ce dernier concours il n'a pas été admis, comme ne satisfaisant pas à une des conditions du programme, celle de se rapporter particulièrement à des faits recueillis en France. M. Marc d'Espine demande aujourd'hui que son travail soit soumis au jugement d'une Commission ordinaire.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Vallée** adresse une Note additionnelle à son Mémoire sur la *cause des sèches du lac de Genève.*

Le **Bureau de l'Association des savants Italiens** annonce, par une circulaire, que la quatrième réunion aura lieu à Padoue, à dater du 15 septembre prochain, et qu'elle se prolongera jusqu'au 26 du même mois.

M. **Fonvielle** adresse le résumé d'une conversation qu'il a eue avec un des Commissaires chargés de l'examen de son Mémoire concernant la proposition d'établir un *nouveau système métrique.*

M. **Liouville**, le Commissaire désigné dans la Note de M. Fonvielle, an-

nonce à cette occasion que le Mémoire soumis à l'examen de la Commission dont il fait partie n'est pas de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

M. le Secrétaire perpétuel présente l'analyse manuscrite des nombreux travaux astronomiques de M. **Gruthuisen**. Cette analyse a été rédigée par le savant bavarois lui-même.

M. **Guernier** écrit relativement à une Note qu'il avait adressée à l'Administration sur des moyens supposés propres à *diminuer les dangers des chemins de fer*. Cette Note n'a pas été, comme semble le croire l'auteur, renvoyée à l'examen de l'Académie.

M. **Buisson**, qui a adressé, à plusieurs reprises, diverses Notes sur un mode de traitement qu'il croit pouvoir être employé avec succès contre l'*hydrophobie*, prie l'Académie d'intervenir auprès de la Commission à l'examen de laquelle ces Notes ont été renvoyées, à l'effet d'obtenir que cette Commission en fasse l'objet d'un Rapport.

L'Académie accepte le dépôt d'un *paquet cacheté* présenté par M. **de Jouffroy**.

La séance est levée à cinq heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842, n° 5, in-4°.

Précis d'Anatomie transcendante appliquée à la Physiologie; par M. SERRES; tome Ier (Principes d'Organogénie); in-8°.

Annales maritimes et coloniales; juillet 1842; in-8°.

Manuel du Cours de chimie organique professé au Conservatoire royal des Arts et Métiers, par M. PAYEN; *rédigé et annoté par* MM. ROSSIGNON *et* GARNIER; 2 vol. in-8°; 1842.

Mémoire sur le terrain crétacé de l'Aube; par M. LEYMERIE. (Extrait *des Mémoires de la Société géologique*, tomes IV et V); in-4°.

Traité complet de l'anatomie des Animaux domestiques; par M. RIGOT; 3e part. (*Myologie*); 3e livraison, in-8°.

Relation historique de la Méningite cérébro-spinale qui a régné épidémiquement à Aigues-Mortes, du 29 *décembre* 1841 *au* 4 *mars* 1842; *par* M. le docteur SCHILIZZI; Montpellier, 1842; in-8°.

Histoire naturelle générale et particulière des Insectes névroptères; par M. PÉCLET; première Monographie, famille des Perlides; 8e livraison, in-8°.

Collection des Tables pour abréger les calculs relatifs à la rédaction des projets de routes et de chemins de toute largeur; par M. LÉON LALANNE; 1842, in-4°.

Instruction pratique pour l'usage de l'Arithmoplanimètre; par le même; in-8°.

Essai sur le Feu grégeois; par M. LUDOVIC LALANNE; in-4°.

Des Pertes séminales involontaires; par M. LALLEMAND; tome III, 1re partie, in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; juillet 1842; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; août 1842; in-8°.

Le Mémorial, Revue encyclopédique; juin 1842; in-8°.

Revue zoologique; n° 7; in-8°.

Journal des Haras; août 1842; in-8°.

Observations astronomiques faites à l'Observatoire de l'Université impériale de Kasan; par MM. SIMONOFF *et* LEPOUNOFF; Kasan, 1842, in-4°.

Philosophical... *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres, pour l'année* 1842; 1re partie; in-4°.

The Transactions... *Transactions de la Société Linnéenne de Londres*; vol. XIX, 1re part., in-4°.

Liste of... *Liste de MM. les membres composant la Société Linnéenne de Londres;* in-4°.

Proceedings of... *Procès-verbaux de la Société royale de Londres;* nos 53 et 54; in-8°.

Royal Society. — Proceedings of... *Actes du Comité physique* (y compris la *Météorologie*) *de la Société royale de Londres*; n° 3, in-8°.

Mode of... *Moyen de prévenir les effets des collisions sur les chemins de fer, précédé d'une enquête sur les causes de l'accident de Brighton; par* M. J. POWER. (Extrait des *Transactions de la Société philosophique de Cambridge;* vol. VII, 3e part.) Cambridge, 1842, in-4°.

On Fibre... *Sur la Fibre; par* M. BARRY. (Extrait des *Transactions philosophiques pour l'année* 1842, part. 1re.) Avec planch.; in-4°.

The Quarterley Review; n° 139; juin 1842; in-8°.

The London... *Journal et Magasin philosophique de Londres, d'Edimbourg et de Dublin;* nos 133-135, juin, juillet et supplément de juillet 1842; in-8°.

The Athæneum journal; mai et juin 1842; in-4°.

Risultamenti... *Résultats cliniques obtenus dans la salle orthopédique de l'hôpital de Notre-Dame de Lorette, à Naples; par* M. L. BRUNI. Naples, 1841, in-4°.

Articolo... *Article analytique sur l'addition à la Collection des Œuvres du professeur* L. GALVANI (Extrait du *Journal des Sciences et Lettres de Modène pour l'année* 1842); *par* M. GRIMELLI; in-8°.

Il Filocamo... *Journal médico-scientifique et d'éducation;* tome II, n° 10, in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 32.

Gazette des Hôpitaux; nos 92 à 94.

L'Expérience; n° 266.

L'Écho du Monde savant; nos 9 et 10.

L'Examinateur médical; n° 3.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — JUILLET 1842.

Jours du mois	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT du ciel à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
1	752,44	+19,7		754,47	+21,8		755,46	+21,6		756,36	+17,2		+23,0	+18,0	Très-nuageux ⊙........	O. fort.
2	755,69	+18,0		755,55	+21,2		755,51	+19,8		756,60	+15,3		+22,0	+13,9	Très-nuageux ⊙........	O.
3	758,18	+16,9		757,65	+21,7		757,11	+21,8		755,93	+17,8		+23,3	+11,0	Très-nuageux ⊙........	O.
4	753,67	+25,0		752,04	+28,5		750,37	+30,8		749,86	+24,9		+33,0	+13,0	Beau..................	O.
5	753,49	+23,8		753,59	+20,4		754,59	+22,8		756,53	+17,0		+25,5	+18,0	Pluie..................	S. O. fort.
6	760,80	+17,2		760,68	+20,0		762,30	+18,0		763,20	+13,9		+21,6	+12,0	Très-nuageux ⊙........	O.
7	761,64	+19,0		760,12	+23,0		758,72	+23,6		756,76	+18,6		+24,8	+10,0	Couvert, quelq. éclaircies.	S.
8	754,50	+18,5		753,90	+21,8		752,96	+23,0		752,84	+16,3		+23,9	+13,5	Couvert, quelq. éclaircies.	S.
9	753,50	+18,9		753,89	+21,2		753,67	+23,0		753,76	+18,1		+24,0	+13,3	Couvert, quelq. élaircies.	O. fort.
10	756,93	+18,7		756,55	+21,4		755,70	+23,2		755,02	+19,5		+24,8	+14,5	Beau, quelques nuages....	S. O.
11	750,80	+26,0		749,61	+29,5		749,01	+28,4		749,61	+22,1		+32,9	+15,9	Nuageux et vaporeux....	S. S. O.
12	754,00	+19,0		755,73	+21,0		756,95	+21,3		760,38	+16,0		+22,9	+17,9	Très-nuageux ⊙........	O.
13	764,10	+19,0		763,92	+22,4		764,06	+24,0		765,36	+20,1		+25,2	+11,2	Très-nuageux ⊙........	N. O.
14	766,58	+21,0		766,05	+23,0		765,67	+24,8		765,70	+20,1		+26,0	+15,3	Très-nuageux. ⊙	N. O.
15	764,62	+21,4		763,44	+23,8		762,20	+25,4		761,11	+19,9		+26,5	+13,2	Beau..................	N. E.
16	758,59	+22,3		757,30	+25,1		756,00	+27,0		754,80	+21,9		+29,0	+14,3	Beau..................	E. S. E.
17	753,07	+23,4		751,48	+28,7		750,49	+30,8		750,86	+23,8		+33,0	+14,8	Beau..................	E.
18	753,97	+22,4		753,75	+26,8		753,76	+27,2		753,41	+22,8		+29,0	+17,0	Couvert................	N.
19	753,37	+26,4		753,07	+27,2		751,50	+28,2		752,03	+20,4		+28,8	+18,4	Couvert................	S. O.
20	752,26	+19,8		751,74	+22,2		751,13	+21,5		750,84	+17,5		+23,3	+13,3	Couvert, quelq. éclaircies.	S. S. E.
21	750,58	+17,5		750,43	+19,7		750,38	+19,6		752,77	+15,6		+21,2	+13,8	Très-nuageux ⊙..... ..	S. O.
22	755,60	+18,1		756,36	+18,8		756,73	+20,0		758,87	+16,0		+21,4	+12,8	Couvert, quelq. éclaircies.	N. O.
23	761,07	+15,8		761,05	+18,4		760,30	+20,4		760,43	+16,6		+20,6	+10,8	Couvert, quelq. éclaircies.	N. E.
24	759,32	+19,4		758,18	+22,2		756,72	+23,2		755,40	+18,6		+24,9	+12,2	Beau, quelques nuages...	N. E.
25	752,61	+22,4		751,54	+25,2		750,63	+26,5		750,72	+19,9		+28,0	+13,2	Beau..................	N. N. E.
26	752,42	+17,8		753,17	+21,5		753,14	+22,4		756,51	+18,1		+23,2	+13,2	Couvert, quelq. éclaircies.	N. E.
27	759,62	+18,2		759,81	+20,6		759,70	+22,6		760,10	+18,8		+24,0	+12,3	Nuageux et vaporeux....	N. N. E.
28	758,68	+22,5		756,96	+24,5		755,47	+25,6		753,76	+20,1		+28,8	+14,0	Nuageux et vaporeux....	N. N. E.
29	751,52	+20,6		751,13	+21,4		750,67	+21,2		752,97	+15,8		+21,8	+14,0	Couvert................	O.
30	753,51	+14,2		756,76	+15,8		757,04	+17,1		758,40	+14,4		+19,1	+11,0	Couvert................	N. N. O. fort.
31	758,84	+15,5		758,58	+17,8		758,64	+18,4		760,32	+15,0		+19,0	+10,3	Couvert................	N.
1	756,08	+19,6		755,84	+22,1		755,64	+22,8		755,69	+17,9		+24,6	+13,7	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.,
2	757,13	+22,1		756,61	+25,0		756,08	+25,9		756,41	+20,5		+27,7	+15,1	.. Moy. du 11 au 20	Cour. 1,527
3	755,77	+16,5		755,85	+20,5		755,40	+21,5		756,38	+17,1		+22,8	+12,4	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 1,337
	756,33	+19,4		756,10	+22,5		755,70	+23,4		756,16	+18,5		+25,0	+13,7	.... Moyennes du mois....	+19,35

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AOUT 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur le nouveau développement de la fonction perturbatrice, et sur diverses formules qui rendent plus facile l'application du calcul des résidus à l'astronomie; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Ainsi que je l'ai remarqué dans la séance précédente, le développement nouveau que je donne pour la fonction perturbatrice paraît éminemment propre à simplifier le calcul des mouvements planétaires, et renferme une série double de transcendantes qui peuvent être facilement évaluées. D'ailleurs ces transcendantes se trouvent respectivement multipliées par des facteurs variables dont chacun se développe suivant les sinus et cosinus des multiples des anomalies moyennes, ou plutôt suivant les puissances entières, positives nulles ou négatives, des exponentielles trigonométriques qui offrent pour arguments ces anomalies, en une série de termes, l'un séculaire, les autres périodiques. De plus, chaque terme séculaire peut être exactement exprimé par une fonction finie et même algébrique des éléments elliptiques des deux planètes que l'on considère. Enfin, dans chaque terme périodique, le coefficient des exponentielles peut être décomposé en deux parties, dont l'une s'exprime encore en fonction

finie des éléments elliptiques, et dont l'autre décroît indéfiniment tant qu'un certain nombre entier croît au-delà de toute limite ; ou bien encore ce coefficient peut être représenté par un série simple de quantités dont chacune est exprimée par une fonction finie, mais transcendante, des éléments elliptiques. Les fonctions finies dont nous venons de parler se trouvent représentées chacune par un double résidu, relatif à deux variables auxiliaires que l'on substitue aux exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies excentriques, et pris entre les limites 0, 1 du module de chaque variable. La première opération à faire pour calculer ce double résidu est de rechercher les valeurs des variables auxiliaires qui rendent infinie la fonction sous le signe $\mathcal{E}$. Or il arrive fort heureusement que ces valeurs sont en très-petit nombre et se réduisent à celles que je vais indiquer.

» Dans le nouveau développement de la fonction perturbatrice, le facteur variable, par lequel chaque transcendante se trouve multipliée, est non-seulement une fonction entière des quatre exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les longitudes des périhélies et ces mêmes longitudes prises en signes contraires, mais encore une fonction entière de l'un des rayons vecteurs des deux planètes et du nombre inverse de l'autre, savoir, du plus petit de ces rayons et du nombre inverse du plus grand. Cela posé, en partant des formules que j'ai rappelées dans le Mémoire du 14 septembre 1840, on reconnaîtra immédiatement que, dans chaque double résidu, la fonction sous le signe $\mathcal{E}$ devient infinie pour deux valeurs au plus de chacune des variables auxiliaires correspondantes aux deux planètes. Ces valeurs, pour la variable auxiliaire qui correspond à la planète la plus éloignée du Soleil, sont, 1° la valeur zéro ; 2° une valeur positive représentée par la tangente de la moitié de l'angle dont le sinus est l'excentricité. La seconde de ces deux valeurs disparaît pour la variable auxiliaire qui correspond à la planète la plus voisine du Soleil. Par conséquent chaque double résidu, pris entre les limites 0,1 des modules des variables auxiliaires, se décompose en deux résidus partiels, et qui sont relatifs, l'un à des valeurs nulles des deux variables auxiliaires, l'autre à la valeur positive de la première variable et à la valeur zéro de la seconde. Par suite aussi la série des quantités que renferme le coefficient d'un terme périodique se décomposera en deux autres séries, formées par des résidus partiels de la première et de la seconde espèce.

Or, ce qu'il importe de remarquer, c'est que la seconde de ces deux séries offrira une somme exprimée par une fonction finie, mais transcendante des éléments elliptiques. Donc, pour obtenir le coefficient d'un terme périodique, il suffira de joindre à une semblable fonction la somme d'une série simple de résidus partiels relatifs à des valeurs nulles des deux variables auxiliaires.

» Enfin, à l'aide de l'un des théorèmes énoncés dans la séance précédente, j'établis sans peine quelques propriétés remarquables des fonctions finies, par lesquelles sont représentés les divers résidus partiels dont je viens de parler. Je prouve, par exemple, que chacun de ces résidus est une fonction paire des deux quantités qui représentent les tangentes des moitiés des angles qui ont pour sinus les excentricités, et même une fonction paire de chacune d'elles, ou le produit d'une semblable fonction par ces mêmes quantités.

» Observons encore que le coefficient de chaque terme périodique peut être décomposé, si l'on veut, en une somme de produits dont chacun ne renferme que les éléments elliptiques d'une seule planète. Pour y parvenir, il suffit, 1° de développer les puissances entières de la différence entre les carrés des rapports des rayons vecteurs aux demi grands axes, suivant les puissances entières des deux différences que l'on obtient en retranchant l'unité de ces mêmes carrés; 2° de développer, par une formule très-simple que je déduis du théorème de Lagrange, le cosinus d'un multiple de la distance apparente des deux planètes suivant les puissances paires du sinus de la moitié de l'inclinaison mutuelle des deux orbites. De cette décomposition il résulte immédiatement que le coefficient de chaque terme périodique peut être exprimé à l'aide de quelques-unes des transcendantes, auxquelles on parvient, en multipliant une puissance entière, positive ou négative, du rayon vecteur d'une planète par une puissance entière, positive ou négative, de l'exponentielle trigonométrique qui a pour argument la longitude du périhélie, et en développant le produit ainsi obtenu suivant les puissances entières de l'exponentielle trigonométrique qui a pour argument l'anomalie excentrique. Je prouve d'ailleurs que ces nouvelles transcendantes sont liées entre elles par des équations linéaires qui permettent de les déduire les unes des autres. Ces équations se tirent aisément d'un théorème général que j'ai donné dans un autre Mémoire, et qui se rapporte au développement d'une fonction en série d'exponentielles trigonométriques. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les dents des Musaraignes, etc.* (1); *par* M. DUVERNOY.

« Les §§ VII à XII traitent de l'émail des dents en général, de celles des *Musaraignes* et de plusieurs autres *Insectivores* ou *Rongeurs* en particulier;

» Le § VII est relatif à l'état actuel de la science, en général, sur cette substance des dents des vertébrés;

» Les cinq autres concernent mes propres observations.

» On admet généralement que l'émail des dents est composé d'aiguilles prismatiques de sels calcaires, auxquelles se trouve mêlée une très-faible proportion (0,02) de parties animales.

» Ces aiguilles sont disposées, ajoute-t-on, perpendiculairement à la surface de l'ivoire, et à peu près parallèlement les unes aux autres (2). Leur extrémité interne, pour celles du moins de la couche profonde, est engrenée dans de petits enfoncements et entre les petites proéminences qui se voient à la surface de la substance tubuleuse ou principale et de la membrane qui la recouvre immédiatement.

» C'est à M. Retzius que l'on doit cette dernière observation et d'autres très-circonstanciées sur la composition microscopique de l'émail des dents de l'homme et des mammifères, qui complètent cette idée générale qu'on avait de l'émail avant ses recherches, ou qui la rectifient dans ce qu'elle avait de trop absolu. Cet auteur a remarqué des différences dans la forme et la direction des fibres d'émail d'une même dent, suivant la place où on les observe et les contours de cette dent.

» Dans la couronne des molaires de l'homme, il y a une couche extérieure de ces fibres qui sont engrenées, pour ainsi dire, comme des coins, entre les autres, et qui n'atteignent pas jusqu'à l'ivoire.

» M. Retzius a observé également cette sorte d'engrenage dans l'émail des dents molaires du *cheval* et des *Ruminants*.

» Ce savant n'a pu voir bien distinctement les fibres de l'émail de plusieurs mammifères. Il lui a été également impossible de distinguer ces fibres dans l'émail des dents de *Reptiles* ou de *Poissons* (3).

---

(1) Voir le N° précédent, p. 270.

(2) Sur les *molaires d'éléphant*, par G. Cuvier. — *Recherches sur les ossements fossiles*, t. I, p. 34, édit. in-4°. Paris 1821.

(3) Mémoire cité, p. 536.

» Sous le rapport de sa formation, tous les physiologistes conviennent que l'émail est sécrété par une membrane que G. Cuvier regarde comme la lame interne de la capsule dentaire; que F. Cuvier (1) a décrite comme une membrane distincte, et qu'il désigne sous le nom de membrane émaillante, parce qu'il lui attribue la fonction exclusive de sécréter l'émail.

» Cette membrane subsiste au fond de l'alvéole des incisives de *Rongeurs* (2) pour revêtir d'émail la face inférieure de ces dents, à mesure qu'elles croissent de ce côté; elle revêt de même, d'une manière continue, l'extrémité inférieure du fût d'une dent de cheval, aussi longtemps que ce fût croît, afin de remplacer les portions de la couronne usées par la trituration.

» L'émail est déposé sur la membrane qui revêt immédiatement la substance tubuleuse, membrane que G. Cuvier a signalée le premier, et qu'il regarde comme appartenant au bulbe. M. Retzius admet aussi que ce dépôt se fait par couches et à des périodes successives, et que cette circonstance explique l'existence des lignes colorées en brun qui s'observent dans l'émail des dents récentes et qui contournent la substance principale, qu'il appelle si improprement osseuse (3); de même que les stries colorées que montre cette dernière substance, parallèlement au contour du noyau pulpeux, indiquent les différentes périodes de la formation de l'ivoire ou de la substance dentaire principale.

» Cet ingénieux anatomiste pénètre plus avant encore dans la formation de l'émail. Il avait remarqué des stries transversales partageant souvent avec régularité les prismes d'émail, stries qu'il a pu suivre dans une partie ou dans toute l'épaisseur de ces prismes. Cette observation lui a fait présumer que ces stries sont les traces des parois membraneuses des petites capsules qui renfermeraient la substance inorganique de l'émail, dont les petits grains se placeraient en ligne droite ou courbe, pour composer un filet d'émail.

» Mes propres observations ont eu pour sujet la *disposition générale* de l'émail, sa *structure microscopique*, sa *coloration* et sa *formation*.

» Dans les molaires vraies et fausses, comme dans les incisives et les pe-

---

(1) *Dents de Mammifères*, p. 23.

(2) Voir M. *Oudet*, Expériences sur l'accroissement continu, la reproduction des dents chez les lapins (2e Mémoire).

(3) *Ibid.*, p. 539.

tites dents intermédiaires des *Musaraignes*, il n'y a d'émail que dans la partie extérieure et libre de la couronne. Celle qui repose sur le cément alvéolaire n'en a pas plus que les racines. L'émail cesse, en général, aux endroits où deux dents sont en contact par la base de la couronne, même lorsque celle-ci redevient libre avant de se terminer à son collet. Cette disposition de l'émail est la suite du contact possible de la membrane émaillante, qui passe d'une dent à l'autre, sans s'enfoncer profondément entre elles lorsque leur contact l'en empêche.

» En général, l'émail est beaucoup plus épais dans chaque pointe; il va en diminuant d'épaisseur du sommet de chaque proéminence vers la base de la couronne.

» La *structure microscopique* de l'émail des dents de Musaraignes est très-difficile à apercevoir distinctement, même à un grossissement de 300 diamètres et plus, et sur des pièces assez amincies pour être observées par transparence.

» Les bandes d'émail m'ont présenté rarement ces prismes réguliers, parallèles entre eux, et perpendiculaires à la surface de la substance principale, qui doivent caractériser, en général, l'émail des dents de mammifères.

» Dans certaines pièces, il m'a semblé voir comme des pavés oblongs, disposés en travers de cette bande, sans régularité bien remarquable. Dans d'autres places, on dirait apercevoir des moellons de grandeurs variées, formant comme un mur. Dans d'autres places, les fibres de l'émail m'ont paru comme des poutres courbées en plusieurs sens, pressées les unes vers les autres et un peu inclinées vers la pointe de la dent, en traversant la bande d'émail de dedans en dehors. Dans d'autres places, j'ai vu des stries régulières et parallèles indiquant la séparation des fibres de l'émail. Dans d'autres rubans, enfin, de ce même émail, je n'ai pu distinguer aucune fibre ou prisme; tout était également transparent, sauf des apparences de réseaux et de vaisseaux dont je parlerai tout à l'heure.

» Ces différences proviennent sans doute, en partie, des différences dans la direction des surfaces produites par l'usure de la dent ainsi préparée; mais elles me semblent encore indiquer une sorte d'irrégularité dans l'arrangement des couches successives des prismes qui composent l'émail.

» J'ai réussi d'ailleurs à voir que la surface de l'émail a l'apparence d'un réseau divisé en mailles rondes ou polygonales. Cet autre aspect indique d'une manière plus évidente la composition moléculaire de l'émail.

» Dans les dents de la *chauve-souris commune*, l'émail montre, dans quelques coupes, des apparences de canaux parallèles, arqués, ayant une di-

rection transversale et oblique, assez distincts d'ailleurs. Lorsqu'on les compare aux tubes de la substance principale qui aboutissent près de la bande d'émail, on ne les distingue que par leur courbure différente et par la ligne noire qui limite cette dernière substance.

» Par-ci par là, on reconnaît des divisions transversales dans ces apparences de tubes : ils ne forment d'ailleurs que la moindre partie de la masse totale de l'émail, dont la composition moléculaire n'est pas bien évidente dans mes préparations. Dans ces mêmes préparations cependant les tubes de la substance principale sont de la plus belle netteté dans toute leur étendue.

» Ils forment un beau réseau, extrêmement fin à la dernière limite de cette substance ; et c'est de ce réseau que semblent partir les filets apparents de l'émail.

» Je retrouve les mêmes choses dans l'émail de la *taupe*.

» Dans une coupe verticale et longitudinale d'incisive *de rat d'eau*, les prismes d'émail sont beaucoup moins directement transverses que les tubes de la substance principale. Les stries qu'ils forment dans leurs lignes de jonction partent d'une ligne noire compliquée, qui indique les restes de la membrane extérieure de la substance tubulée, et se portent assez obliquement en avant et en bas.

» Chaque intervalle de deux stries, qui mesure en largeur un prisme d'émail, est sous-divisé, plus ou moins évidemment, par un grand nombre de lignes qui le traversent et qui montrent qu'un prisme de cet émail est composé originairement de petits cubes arrangés en séries.

» Assez souvent *la limite* entre l'émail et la substance tubuleuse est bien indiquée par une ligne simple ou compliquée, comme une chaînette de couleur noire, reste de la membrane qui subsiste entre les deux substances de ces dents. Au lieu de cette ligne noire, j'ai vu rarement une ligne transparente. Lorsque la structure des deux substances est évidente, le changement de l'une à l'autre indique bien la limite où l'une finit et l'autre commence : cependant les tubes de la substance principale, ou leurs dernières divisions, se continuent quelquefois dans l'émail et se perdent entre ses fibres, en formant comme des apparences de franges. On aperçoit d'ailleurs, dans quelques parties des bandes d'émail, comme des débris d'un réseau membraneux qui les pénétrerait.

» *Coloration de l'émail.* — Dans les espèces de Musaraignes à dents colorées, c'est presque exclusivement dans l'émail que se voit cette coloration ;

rarement s'étend-elle à travers toute la bande d'émail jusque dans la substance tubuleuse. Cela se voit cependant dans quelques-unes des parties les plus saillantes et les plus colorées, où les deux rubans d'émail qui se rencontrent au sommet des pointes sont rouges, avec une bordure intérieure jaune, au moins dans toute leur largeur. La coloration pénètre quelquefois, avec cette dernière nuance, dans la substance tubuleuse. Cette coloration va en diminuant de largeur et d'intensité à mesure qu'elle s'approche du collet de la couronne, et cesse souvent bien avant d'y arriver.

» La coloration de la substance tubuleuse, dans quelques cas et par portions, à la suite de l'émail, qui est coloré dans toute son épaisseur, est un nouvel indice de l'origine et de la marche que suit la matière colorante; elle montre, d'autre part, que cette matière est distincte de la substance cristalline qui forme l'émail, et qu'elle ne fait que la teindre.

» Elle prouve enfin qu'il peut y avoir absorption par la surface de la substance principale, malgré la membrane qui la revêt et probablement par son intermédiaire.

» *Formation de l'émail.* — Nous avons vu, dans la partie historique concernant l'émail, que l'on convenait généralement de la formation de cette substance par sécrétion d'une membrane, recouvrant la couronne et déposant successivement, à la surface de celle-ci et de son enveloppe membraneuse, différentes couches ou assises de molécules d'émail.

» On trouverait, au besoin, une nouvelle preuve de la certitude de cette doctrine dans la dentition des Musaraignes.

» Aux époques de la première et de la seconde dentition de ces animaux, dont nous parlerons dans les paragraphes suivants, la membrane émaillante, qui se voit à l'extérieur des mâchoires, à travers la capsule dentaire qui recouvre la série des dents, est colorée lorsque les dents doivent être colorées; bien plus, l'étendue et la place de ces parties teintes correspondent exactement aux parties de ces dents qui devront présenter la même coloration.

» La membrane émaillante reste blanche ou jaunâtre, au contraire, chez les jeunes *musettes*, dont les dents sont sans couleur.

» Je suis bien tenté de regarder, avec M. Retzius, les molécules, souvent de forme évidemment cubique, dont les séries composent un prisme ou une fibre d'émail, comme formées d'une petite poche membraneuse contenant la substance inorganique de l'émail; et je comparerais volontiers ces petites capsules aux cellules de l'épiderme. Nous avons déjà indiqué l'a-

nalogie de fonction de ce dernier organe relativement au derme, et de l'émail dans ses rapports avec la substance principale des dents.

» La membrane émaillante se convertirait-elle en émail, ou du moins entrerait-elle, vers la fin de sa fonction, dans cette juxtaposition des dernières couches des molécules de cette substance?

» Je crois avoir la preuve du contraire dans un exemple de seconde dentition que j'ai sous les yeux.

» Les dents me paraissent complétement durcies; la membrane émaillante me semble avoir déposé sur ces dents tout l'émail qui leur revient, et cependant cette membrane a pu en être détachée avec sa forme, qui est celle des dents, et sa couleur rouge bleuâtre, remarquable aux endroits précis où elle a coloré l'émail de ces dents.

» Les §§ XIII à XXII traitent de *la troisième substance de dents ou du cément.*

» Le *cément* est une partie essentielle des dents composées, ou de celles que G. Cuvier appelle demi-composées. Jusqu'à présent il n'a été considéré que comme l'une des substances dentaires proprement dites, c'est-à-dire comme faisant partie des dents, dans quelques cas déterminés, dans ceux, entre autres, que nous venons d'indiquer.

» C'était, à notre avis du moins, en faire une histoire incomplète, sans doute parce qu'on a trop exclusivement étudié les dents isolées et hors de leurs rapports avec les mâchoires.

» Lorsque ces rapports seront conservés, on ne pourra manquer de reconnaître des productions de même nature que le cément dentaire, qui enveloppent de toutes parts les racines des dents jusqu'à la couronne, qui ne font cependant pas essentiellement partie des mâchoires ni des dents, mais qui servent d'intermédiaire, de moyen de liaison entre les unes et les autres, et qui éprouvent dans leur tissu intime des changements correspondant à ceux des dents.

» Dans les Musaraignes, ces productions alvéolaires se développent avec les dents, dont elles forment pour ainsi dire la gangue; elles se durcissent avec elles, lorsqu'elles ont été renouvelées simultanément à l'époque de la seconde dentition.

» Nous croyons devoir désigner leur ensemble sous le nom de *cément alvéolaire*, d'abord parce que leur substance est de la même nature osseuse que le *cément dentaire;* en second lieu, parce qu'elles servent de liaison, et pour ainsi dire de soudure, entre la mâchoire et ses dents. L'histoire du cément alvéolaire, considéré sous ce point de vue, est encore à faire, si je ne me trompe.

» L'idée que nous en donnerons, d'après nos propres observations, aura peut-être une heureuse influence sur la physiologie des dents et sur celle des os, dont elle nous montrera facilement les changements de structure intime, dans ce cas particulier, et les passages successifs de l'état mou, et pour ainsi dire bulbeux, à l'état d'os solide.

» Nous avons étudié comparativement le *cément alvéolaire* des Musaraignes à l'âge adulte et à l'époque de leur seconde dentition, lorsque les dents n'ont pas encore toutes leurs racines complétement durcies.

» Il forme un organe distinct de la mâchoire et des dents, dont il est séparé par sa membrane particulière, sorte de périoste du cément. Cette membrane le recouvre de toutes parts, se replie autour des racines des dents, revêt le cément dans toute la surface qui touche aux parois de chaque grande cavité alvéolaire dans laquelle il est enchâssé; il vient doubler la muqueuse de la gencive au collet de la couronne, où la partie de cette membrane du cément qui a recouvert les racines se joint à celle qui a tapissé en dedans de leur propre périoste, les parois alvéolaires des mâchoires. Chaque mâchoire a, en effet, de l'un et l'autre côté, une rainure, ou dépression superficielle ou profonde, dans laquelle le cément est reçu avec les dents. Pour la mâchoire supérieure, cette rainure est superficielle, et se sous-divise en celle de l'os intermaxillaire qui reçoit les grosses incisives intermédiaires avec les petites latérales qui les suivent, et en celle de l'os maxillaire qui reçoit les molaires avec le cément qui les assujettit. Dans chaque branche de la mâchoire inférieure, la rainure alvéolaire aurait tout au plus une division pour les grandes incisives; il m'a même paru que cette division n'existait pas.

» Cette rainure alvéolaire des mâchoires n'est donc qu'une simple dépression plus ou moins superficielle ou profonde, dans laquelle leur périoste se continue, de manière que les phénomènes de la dentition se passent en dehors de ce périoste. Autrement, il serait difficile de comprendre la chute des premières dents chez les Musaraignes, qui a lieu comme une espèce de mue, et la manière dont elles sont remplacées. Ce qui est évident et facilement démontrable chez les Musaraignes, pourra servir à répandre la lumière sur les autres dentitions.

» C'est la membrane du cément alvéolaire qui produit ces couches adventives de cément dentaire autour des racines des dents de l'homme, lesquelles croissent avec l'âge, et contribuent, en augmentant le volume de ces racines, à les pousser au dehors des alvéoles.

» C'est cette même membrane dont l'activité nutritive continue après

que celle de la dent a cessé, qui tend encore, en augmentant l'épaisseur du cément alvéolaire, à combler les fosses dans lesquelles les racines des dents sont enfoncées; elle les en fait sortir quelquefois complétement chez les personnes âgées, ou chez les personnes vieillies et pétrifiées, pour ainsi dire, avant l'âge, qui demandent vainement des remèdes pour raffermir, disent-elles, leurs gencives.

» C'est encore au moyen de la membrane du cément et de son activité vitale, que les deux bords de la rainure alvéolaire occupée par les dents se rapprochent et se sondent après leur chute.

» L'organe du cément qui répond à chacune de ces grandes cavités alvéolaires des Musaraignes et les remplit, est en quelque sorte une poche à parois contournées, remplie elle-même d'une substance osseuse, de même nature que la mâchoire, dans laquelle on distingue de nombreuses petites taches noires, ovales, oblongues, rondes, irrégulières, comme dispersées dans une gangue homogène, telles qu'on les voit dans la substance des os.

» Des branches vasculaires considérables, à ramifications assez nombreuses, qui se détachent, presque à angle droit, des vaisseaux sanguins du canal dentaire, pénètrent cette substance en se divisant assez régulièrement, et semblent la partager en cellules ou en compartiments.

» Je suis, au reste, encore incertain si ces apparences de cloisons ramifiées ne sont formées que de vaisseaux sanguins, ou bien si elles ne renfermeraient pas aussi des canaux médullaires.

» Je ferai à ce sujet des recherches ultérieures au moyen d'injections fines.

» En décrivant l'aspect du cément dans une coupe verticale et longitudinale de l'une et l'autre mâchoire, puis dans une coupe horizontale, enfin dans une coupe verticale et transversale, je parviendrai peut-être à faire comprendre, dans tous ses détails, l'arrangement et la disposition de cet organe important de la dentition, ainsi que ses rapports avec les mâchoires et avec les dents, tels que je viens de les indiquer d'une manière générale.

» Je démontrerai de cette manière son individualité distincte, comme organe, et sa séparation de la substance même de la mâchoire, que j'ai observée de la manière la plus évidente, principalement à l'époque de la seconde dentition.

» Je ne rapporterai cependant ici, de ces descriptions détaillées, qu'un extrait de celles concernant les *coupes verticales* et *transversales* de la mâchoire inférieure, comprises dans les §§ XX et XXI.

» Pour en comprendre tous les détails il faudrait avoir sous les yeux les

figures ou les préparations d'après lesquelles ces figures ont été dessinées.

» C'est dans ces coupes, qui donnent à la fois l'épaisseur des dents, du cément et de la mâchoire, à l'époque du moins de la seconde dentition, qu'on peut le mieux saisir les rapports du cément alvéolaire avec la rainure alvéolaire de la mâchoire.

» Mais, pour se faire, de cette manière, une idée juste de ces rapports, il faudrait multiplier ces coupes et les comparer aux différentes époques de la première et de la seconde dentition, et lorsque la dentition est achevée.

» Si l'on compare les coupes de dentition achevée, sinon ancienne, dans lesquelles le cément alvéolaire et la substance osseuse de la mâchoire sont presque confondues, ou très-peu distinctes, avec une seconde dentition qui est près de son terme, mais dont les membranes capsulaires qui recouvrent les dents à l'extérieur existent encore, on verra des circonstances pleines d'intérêt dans les limites précises et le degré de durcissement du cément alvéolaire.

» Je les ai décrites, entre autres, d'après une coupe verticale et longitudinale de la dernière molaire de la même mâchoire inférieure de *Sorex Daubentonii*, Erxl., dont j'ai fait préparer le reste pour en observer la coupe longitudinale et verticale.

» La racine visible de cette molaire se dessine dans toute son étendue et dans toute sa forme. On la voit même se dilater vers son extrémité, et, en bas de cette dilatation, elle montre une échancrure dans laquelle il y a une tache rouge qui paraît répondre aux vaisseaux du canal dentaire. Il y a plus bas, et autour de cette racine, une membrane blanche qui empêche de voir sa coupe, et que je regarde comme l'enveloppe du cément alvéolaire.

» Le cément alvéolaire se distingue très-bien de la substance de la mâchoire, par les taches transparentes, indiquant les premières parties chargées de sels calcaires et par un trait coloré indiquant la coupe de la membrane qui le sépare de la mâchoire. Ce trait doit comprendre à la fois le périoste interne de la mâchoire et le périoste externe du cément alvéolaire, celui qui est en rapport avec les parois de la grande cavité qui reçoit le cément alvéolaire et les dents.

» La substance de la mâchoire, a sous ce grossissement, une apparence opaque, homogène, grisâtre; elle est circonscrite extérieurement par une ligne rouge qui appartient à la lame interne de son périoste externe, tandis que sa lame externe est grise. On voit des lambeaux de ces deux lames dans la préparation que je décris et dans la figure qui la représente.

» La structure intime du cément alvéolaire est analogue à celle des os des mâchoires.

»Sa substance se compose de petites cellules (1) qui se présentent comme de petites taches de forme irrégulière, ovale, rarement rondes, plutôt oblongues, se prolongeant aux deux bouts par deux filets.

»Dans quelques exemplaires, ces taches paraissent noires, avec un contour formé d'une ligne blanche, transparente; dans d'autres, leur contour est une ligne noire, et l'intérieur est blanc ou nuageux. Ces différences dépendent sans doute des substances que renferment ces cellules et des réfractions qu'elles produisent; elles sont peut-être en partie la suite des degrés d'ossification qui font disparaître ou laissent subsister leurs parois membraneuses.

» Dans quelques cas on voit rayonner de leur contour beaucoup de très-fins traits qui leur donnent une apparence étoilée, et elles paraissent au milieu d'un réseau extrêmement fin, dont on n'aperçoit les cordons noirs, on ne peut plus déliés, qu'avec beaucoup d'attention et un grossissement considérable.

» Dans une dentition ancienne, ou du moins bien terminée, le cément alvéolaire est soudé avec la substance osseuse des mâchoires, et sa propre substance s'en distingue difficilement. Les petites taches, qui répondent aux cellules osseuses de *Retzius*, m'ont paru peut-être moins nombreuses et plus allongées.

»La membrane du cément, sorte de périoste, est mince, noire, dans cette dentition terminée, et semble se continuer dans plusieurs cas avec les ramifications vasculaires qui partent de cette membrane ou viennent y aboutir. Le cément alvéolaire est évidemment pénétré par des branches vasculaires qui partent des vaisseaux du canal dentaire; mais la membrane qui revêt de toutes parts ce cément m'a paru être le principal centre de l'activité nutritive des productions du cément et le point de départ ou l'aboutissant de ses principaux vaisseaux.

» Je dirai, dans une prochaine lecture, en parlant du renouvellement de ce cément alvéolaire, chez les Musaraignes, à l'époque du renouvellement

---

(1) M. Retzius a pu observer ces cellules dans une coupe très-mince de dent en position dans son alvéole, les canaux des os qui s'y rendent, les réseaux que forment ces canaux et leurs rayonnements ou leurs points de départ des canaux médullaires. Il dit que ces cellules sont creusées dans les cartilages ou les os, et qu'elles renferment un liquide transparent et un dépôt de substance calcaire. (*Ouvrage cité*, p. 555, note.)

MM. *Serres* et *Doyère* ont confirmé, par leurs expériences, cette manière de voir. (*Compte rendu de la séance de l'Académie des Sciences* du 21 février 1842, p. 290.)

simultané de toutes les dents, qu'il se forme et se durcit pour ainsi dire à la manière d'un bois de cerf.

» Les détails dans lesquels je suis entré au sujet de sa disposition générale et de sa formation, comparées aux différentes époques que j'ai signalées dans ma lecture d'aujourd'hui, d'une dentition achevée, d'une dentition usée, et d'une dentition qui se renouvelle, suffiront déjà pour faire comprendre cette dernière proposition. »

BOTANIQUE. — *Sur la gangrène sèche des pommes de terre, observée depuis quelques années en Allemagne; par* M. MARTIUS.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur une maladie des pommes de terre, qui s'est manifestée depuis douze ans dans une grande partie de l'Allemagne. Cette maladie est si pernicieuse, qu'elle a dû attirer l'attention des gouvernements, et les observations que j'ai faites sur sa nature forment la base d'un rapport présenté à l'Académie royale des Sciences de Munich.

» Cette maladie peut être envisagée sous deux points de vue : d'abord comme fait physiologique et qui se rattache à une des questions les plus intéressantes de la science, celle de la génération spontanée; ensuite elle mérite l'attention par le trouble qu'elle peut apporter dans le bien-être des populations.

» Les pommes de terre atteintes de cette affection deviennent dures comme des pierres, de sorte qu'on peut les frapper à coups de marteau sans pouvoir les briser; elles conservent cette dureté dans l'eau bouillante, et, suivant le rapport qui m'en a été fait, elles résistent même à l'action de la vapeur dans les fabriques d'eau-de-vie.

» Il en résulte qu'on ne peut en tirer aucun parti.

» Affectées jusqu'à ce dernier degré, elles perdent tellement leur caractère naturel, qu'on a grand'peine à les reconnaître. Ce qui rend cette maladie surtout à redouter pour l'agriculture, c'est qu'à son début elle ne laisse apparaître pour ainsi dire aucune trace d'altération, tandis que les tubercules mis en terre ne sont plus susceptibles de pousser des tiges; et si quelques-uns en produisent, celles-ci se flétrissent bientôt, et le laboureur se voit totalement frustré dans ses espérances.

» Dans la province bavaroise du Palatinat, cette maladie a causé de tels ravages en 1840, qu'en plusieurs cantons les récoltes ont été réduites au tiers.

» Cette affection paraît s'être manifestée pour la première fois en 1830

dans plusieurs districts voisins du Rhin. Aujourd'hui on l'a observée surtout dans le Palatinat, entre Cologne et Neuwied, près d'Erfurth, dans le royaume de Saxe, dans le Mecklembourg, la Bohême et la Silésie. Elle apparaît comme une véritable épidémie, et, comme dans toute maladie de ce genre, elle offre des caractères singuliers et difficiles à expliquer. Dans le Palatinat, on a cru pouvoir en attribuer la cause principale à la sécheresse excessive qui y régnait depuis quelques années; dans les provinces rhénanes inférieures, au contraire, on la cherchait dans une trop grande humidité et des nuits froides; d'autres personnes l'attribuent à un épuisement de la variété de pommes de terre et à l'effet d'une culture peu convenable. Elle s'est montrée dans toutes les variétés de la plante. En Allemagne on désigne généralement cette maladie sous le nom de gangrène sèche (*Trockenfäule, Stockfäule*).

» J'ai examiné des tubercules gangrenés du *Solanum tuberosum* qui m'ont été envoyés de différents points de l'Allemagne assez distants l'un de l'autre, et j'ai trouvé sur tous une petite mucédinée plus ou moins développée, à laquelle je donne le nom de *fusisporium solani*. Mes observations m'ont convaincu que la présence du petit champignon est la cause de cette affection, et non l'effet, ainsi que plusieurs agronomes et même des botanistes distingués ont cru pouvoir l'avancer.

» L'épidémie de la pomme de terre me paraît donc rentrer dans la classe de celles qu'on attribue à la naissance et au développement d'un parasite végétal; elle a de grandes analogies avec l'ergot, la nielle, la rouille, etc., et il est à craindre qu'elle ne soit aussi difficile à détruire que ces derniers, qui depuis si longtemps sont, dans certaines contrées, une véritable calamité.

» Quant aux symptômes, ils présentent des caractères différents, selon le degré du développement que nous offre la maladie. Dans le principe, les pommes de terre n'offrent extérieurement aucun indice de cette funeste affection, si ce n'est cependant que leur surface est tachetée d'une couleur plus foncée et réticulée, par l'effet de la dessiccation partielle de l'épiderme. Plus tard la pomme de terre devient plus sèche encore et présente à l'intérieur plusieurs parties d'une couleur livide et noirâtre. On y découvre aussi des parties extrêmement minces, d'une couleur blanchâtre, rudiments du *fusisporium solani*, qui se présentent alors comme tout autre *mycelium* ou matière appelée par les jardiniers *blanc de champignon*, sous la forme d'un tissu fibrilleux, ramifié, extrêmement délicat. On voit ces rudiments du champignon dispersés çà et là et en plus ou moins grande quantité dans l'intérieur de la pomme de terre. Ce parasite, à cette époque, ne tarde pas à prendre un accroissement très-rapide; il pénètre l'épiderme,

et se présente à la surface sous la forme de petits coussinets filamenteux blanchâtres, au sommet desquels se développe une quantité innombrable de graines ou spores, qui se dispersent très-facilement. En même temps la pomme de terre devient de plus en plus sèche et acquiert une telle dureté, qu'on ne peut plus la diviser sans employer une force très-considérable. L'intérieur ressemble alors à une *espèce de truffe* extrêmement compacte, dont la surface serait hérissée de petites protubérances blanches, de la consistance de la craie, qui ne sont autre chose que les filets du champignon unis en très-grand nombre.

» Si l'on examine la structure intérieure de la pomme de terre arrivée à cet état d'infection, on trouve le tissu cellulaire en partie desséché, flasque et déchiré; les sucs contenus dans les interstices des cellules sont altérés. La fécule présente un grand nombre de granules légèrement engorgés, en partie rugueux et déchirés, et sur beaucoup d'entre eux on observe des points extrêmement petits en forme de verrues irrégulières, plates, orbiculaires, convexes, lobées, etc. Ces petits corpuscules, étrangers à la pomme de terre saine, sont les commencements, les *prima stamina* du champignon. S'il y a encore assez d'humidité dans les tubercules, ils se développent très-rapidement, se ramifient et forment le parasite dont j'ai parlé. On peut aisément suivre et saisir l'ensemble de ces phénomènes en mettant une portion de pomme de terre affectée dans l'eau. Le *mycelium* s'allonge alors et se présente sous la forme de filaments confervoïdes.

» Pendant le développement de ce petit parasite, la pomme de terre perd une si grande partie de son humidité, qu'enfin elle n'en offre plus que 35 pour 100, tandis qu'à l'état sain elle en contient 73 pour 100 ou à peu près. La partie fibreuse devient d'une couleur bleuâtre et s'est en partie convertie en ulmine; la matière mucilagineuse est diminuée et l'albumine a disparu.

» S'il est facile d'observer et de suivre les divers changements qui s'opèrent à l'extérieur de la pomme de terre et de saisir les caractères botaniques les plus saillants du parasite, il est beaucoup plus difficile de savoir comment ce champignon se forme à l'intérieur du tubercule et de quelle manière sa propagation peut s'effectuer par des granules ou des spores, qu'on ne voit pas pénétrer par les couches du tissu épidermique à l'intérieur du tissu cellulaire, qui paraît être néanmoins le siége des premiers développements du champignon.

» On a établi jusqu'à présent trois théories différentes sur la manière dont agissent les graines ou spores des champignons parasites, quand ils affectent une autre plante au sein de laquelle ils se propagent.

» Quelques auteurs ont cru que les spores entraient dans la plante par les stomates; un autre, M. Prévost, se fondant sur une observation faite sur les granules d'une *puccinia*, prétend qu'elles s'allongent et s'enfoncent dans la plante. La première de ces explications considérait la propagation de ces champignons comme due à une sorte de *dissémination*; la seconde, comme une sorte de *greffe*.

» La troisième théorie, soutenue surtout par MM. Knight et de Candolle, établit que les spores du parasite tombent dans la terre, d'où ils sont introduits à l'intérieur de la plante par les sucs pompés par ses racines. Aucun de ces auteurs n'a appuyé son opinion sur des expériences directes tendant à démontrer la manière dont les graines pourraient pénétrer dans la plante. Ils ne disent pas si les spores sont dissoutes dans l'eau que les racines absorbent, ni si elles y entrent en conservant leur forme primitive.

» Voici quelques-unes de mes expériences entreprises en vue d'éclaircir cette importante question.

» J'ai semé les graines du *fusisporium solani* sur la surface intacte humectée d'une pomme de terre saine, et provenant d'un pays où la maladie ne s'était pas encore manifestée. Quelques semaines après, l'épiderme montrait des taches sphacéleuses, la pomme de terre se flétrissait en perdant visiblement une partie de ses sucs, et quelques mois après on vit sortir de son intérieur le champignon sous la forme d'une éruption blanche.

» Or, comme les grains du *fusisporium* ne peuvent perforer l'épiderme pour pénétrer dans l'intérieur, cette propagation doit s'opérer d'une autre manière, et ce n'est donc, à mes yeux, ni par dissémination ni par greffe, que le champignon peut s'y multiplier. Il est évident pour moi que c'est par un procédé organique que je nommerai *infection*, puisqu'il offre la plus grande analogie avec l'inoculation d'un virus contagieux.

» Je présume que la graine de ce petit champignon, funeste à l'organisation de la pomme de terre, exerce une action toute particulière sur le tissu cellulaire avec lequel elle se trouve en contact; qu'elle altère le suc contenu dans la cellule qu'elle trouve la première, et propage de là cette altération d'une cellule à l'autre, de manière qu'en très-peu de temps les sucs contenus dans tout le tissu de la pomme de terre sont infectés et altérés de manière à réagir sur le parenchyme, qui en éprouve des changements morbides.

» Pour moi, ces sucs, répandus dans l'intérieur de la plante par voie d'absorption, y agissent comme un virus *sui generis*.

» L'apparition du champignon dans l'intérieur, et plus tard à la surface du

tubercule ne dépend pas ainsi du développement d'un certain nombre de ses spores qui pénètrent dans le tissu cellulaire, mais plutôt d'un changement total opéré dans les sucs de la plante, lesquels ont reçu la disposition de reproduire le champignon. De cette manière on explique la production simultanée du champignon à l'intérieur du tubercule, et le changement organique de celui-ci, de sorte que, sous l'influence d'un organisme étranger et qui lui est contraire, il cesse de produire ses tiges, ses feuilles et de nouveaux tubercules.

» Cette manière d'expliquer la production du champignon parasite dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie s'accorde également avec les observations microscopiques. Dans les pommes de terre affectées au premier degré, j'ai découvert de petites productions celluleuses extrêmement délicates, globuleuses ou allongées, simples ou articulées, et situées dans le voisinage des canaux intercellulaires voisins de l'épiderme, productions qui offrent la plus grande analogie avec les rudiments du champignon, qu'on trouve à une période plus avancée, et dispersés en nombre infini sur les grains de fécule. On ne peut pas s'empêcher d'admettre que cette formation toute nouvelle ne soit, pour ainsi dire, une sorte de dépôt organique qui s'opère dans les sucs infectés, et qui finit par changer tellement les caractères de la pomme de terre, qu'elle offre plutôt l'aspect d'une matière fungiforme, de laquelle naît le *fusisporium solani*, et d'où il sort comme une sorte d'efflorescence organique.

» Les pommes de terre affectées de cette maladie pourraient être comparées à une sorte de *pietra fungaja*. Quand elles sont dans des circonstances favorables au développement du *fusisporium*, dont les germes sont engendrés depuis longtemps, ceux-ci s'en échappent comme le *boletus tuberaster* de la *pietra fungaja* de Naples. On voit se former successivement, et à diverses époques, de nouveaux coussinets de la petite mucédinée, à la surface de la même pomme de terre.

» La gangrène sèche est d'autant plus redoutable pour la culture, que la multitude des grains produits par le *fusisporium* est innombrable, que ces petits germes peuvent se répandre partout, et qu'il est prouvé que les spores des champignons conservent leur vitalité pendant fort longtemps. Peut-être cette même longévité appartient-elle aussi au *mycelium* de la petite plante, qu'on doit considérer comme la souche stérile. Quant au blanc des autres espèces de champignons, il est reconnu qu'il est très-vivace. J'ai vu du blanc du *boletus destructor* rampant en dessous des boiseries, où il avait atteint, selon mon calcul, un âge de plus de 130 ans sans avoir perdu sa force reproductrice.

» De tout ce qui précède je conclus que la mucédinée qui infeste aujourd'hui nos plantations de pommes de terre peut malheureusement être regardée comme un des plus grands fléaux de notre agriculture, et qu'elle peut se comparer à la mort du safran et à l'ergot, etc. Il est donc du plus haut intérêt pour l'agriculture de trouver un moyen d'arrêter la propagation de cette plante parasite, et de détruire ses graines et son blanc. J'ai proposé à cet effet de garantir les récoltes encore saines, en évitant tout contact avec les pommes de terre affectées; de détruire complétement ces dernières si elles sont tellement avancées dans leur maladie qu'on ne puisse plus en tirer parti; de nettoyer les caves où les spores du végétal nuisible peuvent être dispersées en quantités innombrables, et de soumettre enfin au chaulage les tubercules destinés à la reproduction, avant de les confier au sol.

» Peut-être, combinant ces moyens, pourrait-on préserver la culture de la pomme de terre d'un danger imminent, et dont les conséquences seraient d'autant plus funestes qu'elles tomberaient sur la classe de la population la plus nombreuse.

» Je dois ajouter qu'on a observé la maladie surtout dans les cantons où depuis quelque temps on a suivi le système de ne mettre en terre que des portions des tubercules coupées en tranches munies de quelques yeux, et dans d'autres lieux où l'on a la funeste habitude de remplir les caves entières de cette production précieuse avant qu'elle soit assez desséchée, et sans l'exposer à un courant d'air convenable pour éloigner la fermentation. Plusieurs personnes ont rangé ces deux pratiques parmi les causes accessoires qui agissent le plus puissamment pour le développement de la maladie.

» On connaît encore quelques autres maladies du *solanum tuberosum* en Allemagne, comme la *frisole* (le *curl* des Anglais), et la *rouille;* mais je ne les ai pas encore observées. Il en est une quatrième, nommée la *gale* (*Râude* ou *Kârtze*), dont j'ai aussi traité dans le Mémoire que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie. Cette affection a été observée surtout dans les terrains calcaires de la Thuringe, dans la Bavière supérieure et dans l'Autriche. Elle a des rapports avec le développement d'un petit champignon d'une structure très-simple, du genre des *Protomyées.* Elle affecte surtout les parties situées sous l'épiderme, et paraît moins redoutable que la gangrène sèche. »

M. **Francoeur** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du 2e volume de ses *Eléments de Technologie.* (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. **Doyère**, *relatif à la revivification des Tardigrades et des Rotifères.*

(Commissaires, MM. **Dumas**, **Breschet**, **Milne Edwards** rapporteur.)

« Peu de temps après que le microscope eut révélé l'existence des myriades d'animalcules dont fourmillent les eaux chargées de matières organisées, l'emploi de ce précieux instrument conduisit à une découverte non moins inattendue et plus difficile à comprendre, parce qu'elle s'écartait davantage de tous les résultats obtenus jusqu'alors par l'étude des êtres animés. Effectivement, en observant une poussière desséchée, recueillie dans une gouttière, Leuwenhoeck constata l'existence d'un animal qui, par l'influence de la dessiccation, cesse bientôt de se mouvoir, perd sa forme, et ne donne plus aucun signe de vie; qui, dans cet état, ne semble différer en rien d'un cadavre en quelque sorte momifié par la privation des liquides nécessaires à l'existence de tout être vivant, et qui, après avoir été conservé ainsi pendant un laps de temps même très-considérable, revient cependant à la vie, pour peu qu'on lui rende une gouttelette d'eau. Leuwenhoeck ne comprit pas toute la portée du fait singulier qu'il avait découvert chez le Rotifère des toits, et il ne poursuivit pas davantage ses recherches à ce sujet; mais un pareil phénomène ne pouvait manquer d'exciter vivement la curiosité des zoologistes, et de faire naître de longues controverses aussi bien que d'intéressantes expériences.

» Il serait inutile de nous arrêter sur les discussions auxquelles la question de la résurrection des animalcules donna lieu, et nous ne pourrions de même, sans abuser des moments de l'Académie, exposer ici toutes les observations recueillies sur ce sujet si important pour la physiologie générale, aussi bien que pour l'histoire particulière des animaux inférieurs. Nous rappellerons seulement que bientôt la découverte de Leuwenhoeck cessa d'être un fait isolé dans la science, car Needham annonça que les Anguillules du blé niellé possèdent, comme les Rotifères, la faculté de vivre après avoir été complétement desséchées; et Spallanzani arriva au même résultat en étudiant, non-seulement les Rotifères et les Anguillules, mais aussi un autre animalcule microscopique auquel il donna le nom de Tardigrade.

» Les recherches de cet habile observateur furent nombreuses et conduites avec l'esprit profondément scientifique dont tous ses travaux portent l'empreinte; aussi auraient-elles dû, peut-être, suffire pour convaincre les

naturalistes, et servir comme point de départ aux investigations ultérieures. Mais la plupart des auteurs ne tinrent que peu de compte des résultats qu'il avait obtenus, et il nous serait facile de citer ici une longue liste de naturalistes qui, de nos jours, nient de la manière la plus positive ce que l'on a appelé la *revivification des Rotifères*. Dans ces dernières années, il est vrai, M. Schultze a répété avec succès quelques-unes des expériences de Spallanzani, et a fourni à plusieurs naturalistes l'occasion de faire des observations analogues; mais, plus récemment encore, M. Ehrenberg est venu jeter dans la balance tout le poids de sa grande autorité, et, après avoir conclu formellement au rejet de l'opinion de l'illustre physiologiste de Pavie, il chercha même à expliquer comment de pareilles erreurs avaient pu s'introduire dans la science.

» La question si intéressante et si débattue de la revivification de certains animalcules microscopiques ne pouvait donc être considérée comme définitivement résolue et demandait de nouvelles recherches. Il fallait étudier avec attention toutes les circonstances qui accompagnent le phénomène décrit par Leuwenhoeck, Needham et Spallanzani, soumettre à l'épreuve de l'expérimentation les objections et les hypothèses présentées par les antagonistes de ces observateurs célèbres, et chercher de nouveaux faits propres à étayer l'une ou l'autre des opinions contradictoires qui se partagent les naturalistes. Une pareille tâche était difficile à remplir, mais elle a été entreprise par un jeune zoologiste dont l'Académie a déjà eu l'occasion d'apprécier l'habileté, et ce sont les recherches auxquelles il s'est livré sur cette matière qui font le sujet du Mémoire renvoyé à notre examen.

» Les Rotifères et les Tardigrades se rencontrent, comme on le sait, dans la mousse des toits ou dans le sable des gouttières, et s'y montrent à l'état vivant lorsque ces matières, après être restées longtemps desséchées, viennent à être soumises pendant quelques minutes à l'influence de l'eau. Le fait de l'apparition de ces animalcules vivants dans la poussière conservée à l'état sec durant des mois ou même des années entières ne peut plus être contesté aujourd'hui, et il est également bien démontré que chez ces petits êtres, comme chez les animaux les plus élevés, l'évaporation, portée à un certain degré, entraîne la cessation de tout phénomène indicatif de l'existence du mouvement vital. Dans ces dernières années, M. Schulze a même rendu ce fait en quelque sorte populaire, car il a distribué à un grand nombre de personnes des poussières sèches dans lesquelles des Tardigrades jouissant de la vie dans toute sa plénitude se montraient dès qu'on venait à y ajouter un peu d'eau distillée. Les partisans de l'opinion de Spallanzani at-

tribuaient la réapparition de ces êtres vivants à une sorte de résurrection; les avocats de l'opinion contraire pensaient pouvoir expliquer ce phénomène d'une manière plus simple : suivant les uns, les Rotifères et les Tardigrades seraient des êtres amphibies capables de vivre dans l'air sec aussi bien que dans l'eau et le sable, où la mousse dont ils sont entourés les préserverait d'une dessiccation trop complète, de façon que, dans les cas dont il vient d'être question, l'activité de ces animalcules n'aurait pas même été interrompue; ces petits êtres, enfouis dans une poussière sèche en apparence, y trouveraient assez d'humidité pour vivre et se reproduire, de telle sorte que les prétendus ressuscités ne seraient, pour nous servir de l'expression de M. Ehrenberg, que les arrière-petits-enfants de ceux observés dans ces mêmes matières au commencement de l'expérience. Suivant d'autres naturalistes, la dessiccation du sable ou de la mousse renfermant les Rotifères tuerait infailliblement ces petits êtres, mais ne détruirait pas le principe vital dans les œufs qu'ils auraient pondus, et là où l'on a cru voir des animalcules desséchés revenir à la vie, on n'aurait vu que des œufs promptement développés sous l'influence de l'eau et donnant naissance à des animalcules dont la croissance serait également prompte. Enfin, il est encore d'autres physiologistes qui considèrent les Rotifères et les Tardigrades du sable sec comme ne subissant qu'une dessiccation incomplète qui les plonge dans une sorte de torpeur, et pensent qu'alors ces animalcules, tout en offrant les apparences de la mort, conservent une *vie latente*, une *vie à fonctions obscures*, mais une vie réelle et suffisante pour établir un lien de continuité entre la vie active qui précède l'évaporation des liquides et celle également active qui se manifeste chez les individus ainsi modifiés lorsqu'on leur rend l'humidité nécessaire au plein exercice de leurs fonctions. Les observations de M. Doyère renversent toutes ces hypothèses et confirment de la manière la plus éclatante les résultats obtenus par l'habile Spallanzani.

» Ainsi, pour répondre aux arguments employés par M. Ehrenberg, il nous suffira de dire que dans le sable desséché des gouttières on ne trouve jamais de Tardigrades vivants, mais qu'à l'aide du microscope on peut y distinguer des corpuscules qui ressemblent tout à fait à des cadavres de ces animalcules déformés par la dessiccation, et que, dans des matières où l'on n'avait découvert aucun être animé, on voit souvent apparaître des Tardigrades parfaitement vivants, dès que l'on vient à y ajouter de l'eau distillée. M. Doyère s'est même assuré qu'il n'est pas impossible de faire revivre des animalcules, que l'on prend un à un et que l'on fait dessécher iso-

lément sur des lames de verre sans les entourer de sable ni d'aucune matière organique ou inorganique capable de les préserver des effets ordinaires de l'évaporation. Dans ces expériences il a pu les compter, suivre dans chaque individu en particulier toutes les phases de la dessiccation, les voir prendre peu à peu l'apparence de cadavres, et constater ensuite que ces mêmes corps, racornis et cassants, sont susceptibles de reprendre leur forme première et de revenir à la vie par la seule influence de quelques gouttes d'eau.

» Cette expérience nous paraît décisive; mais on pouvait encore se demander si la dessiccation que les animalcules y avaient subie était complète, et si la privation de toute l'eau interposée dans les tissus de ces petits êtres ne les priverait pas de la singulière propriété de revivre après avoir passé ainsi des années, dans un état de mort apparente. Afin de jeter quelques nouvelles lumières sur cette question si intéressante pour les physiologistes, M. Doyère a eu recours aux procédés de dessiccation les plus puissants qu'emploient les chimistes dans les opérations délicates de l'analyse organique; il a soumis pendant cinq jours au vide de la machine pneumatique des Tardigrades suspendus au-dessus d'un bain d'acide sulfurique pur et entourés du sable des gouttières, ou desséchés à nu sur des lames de verre; il en a laissé d'autres pendant trente jours dans le vide barométrique desséché par du chlorure de calcium, et dans tous les cas il a obtenu des résurrections. Ces résultats sont d'une grande importance pour la solution de la question que M. Doyère s'était posée; mais il a compris qu'on pourrait les considérer comme n'offrant encore qu'une forte probabilité en faveur de la dessiccation absolue des animalcules chez lesquels la faculté de revivre se conserve; il a donc eu recours à de nouvelles expériences, et, en étudiant l'influence des hautes températures sur ces êtres singuliers, il est arrivé à la découverte de faits plus décisifs et plus surprenants.

» Effectivement, l'on sait que les animaux périssent tous lorsque leur température se trouve élevée au-dessus d'une certaine limite qui est inférieure à celle qui détermine la coagulation du blanc d'œuf, et qui, dans la plupart des cas, ne dépasse guère 50° centig. Les animacules ressuscitants ne font pas exception à cette loi: M. Doyère s'est assuré que les Rotifères et les Tardigrades périssent dès que l'eau où ils nagent est chauffée à 45°, et qu'alors rien ne peut les rappeler à l'existence. Mais il a trouvé qu'il en était autrement pour ces animalcules lorsqu'ils ont été préalablement desséchés. Si, au lieu d'opérer sur des Tardigrades pleins de vie, on fait l'expérience sur des individus qui ont perdu, par les moyens ordinaires de dessiccation,

toute l'humidité qu'on peut leur enlever, et qui paraissent comme morts, on peut, sans les priver de la faculté de revivre, porter leur température à un degré qui entraînerait nécessairement la désorganisation de tout tissu vivant et renfermant encore d'autre eau que celle combinée chimiquement avec ses principes constituants. Ainsi, dans une expérience répétée sous les yeux de la Commission, une certaine quantité de mousse renfermant des Tardigrades, après avoir été convenablement desséchée, fut placée dans une étuve et disposée autour de la boule d'un thermomètre dont la tige passait au dehors de l'appareil; on chauffa peu à peu le tout jusqu'à ce que le thermomètre, ainsi placé au centre de la mousse, marquât 120°; on maintint cette température excessive pendant plusieurs minutes, et néanmoins nous trouvâmes dans cette même mousse des animalcules qui revinrent à la vie et qui se montraient avec leurs allures ordinaires après qu'on les eut placés pendant vingt-quatre heures dans des conditions d'humidité convenables. Dans d'autres expériences, M. Doyère a soumis ses animalcules desséchés à une chaleur de plus de 140°, et en a vu un certain nombre revenir ensuite à la vie par l'immersion dans l'eau.

» Ces faits sont par eux-mêmes pleins d'intérêt, mais acquièrent une nouvelle importance dans la question qui nous occupe, lorsqu'on réfléchit à l'influence qu'une chaleur si grande devrait exercer sur l'organisation de nos animalcules, si de l'eau était encore interposée dans les mailles de leurs tissus. En effet, l'albumine soluble est évidemment une des substances constituantes les plus généralement répandues et les plus importantes dans l'économie animale, et sa coagulation paraît devoir être incompatible avec l'exercice des fonctions auxquelles les tissus organisés sont destinés: or toute l'albumine liquide qui peut exister dans le corps de nos Tardigrades se coagulerait nécessairement sous l'influence des températures dont nous venons de parler; mais les expériences de notre savant collègue M. Chevreul nous apprennent que cette même albumine, privée d'eau par dessiccation à basse température, peut supporter une chaleur bien supérieure à celle de l'ébullition sans perdre sa solubilité, et par conséquent nous pouvons présumer qu'ici la dessiccation des Tardigrades avait déjà eu pour résultat cette solidification de l'albumine, bien différente de la coagulation. Du seul fait de la résurrection d'un Tardigrade exposé à l'action d'une température de 120°, nous pouvons donc conclure que cet animalcule avait préalablement perdu, suivant toute probabilité, la totalité de l'eau chimiquement libre qui existait dans son corps, et une pareille dessiccation exclut à son tour toute idée de mouvement vital.

» Ainsi, les Tardigrades et les Rotifères, lorsqu'ils sont desséchés et qu'ils conservent la faculté de vivre dans l'eau, ne peuvent pas être considérés comme des êtres actuellement vivants, et leur genre d'existence ne nous semble devoir être comparée qu'à celle d'une graine qui est organisée pour vivre, et qui vivra lorsqu'elle subira l'influence de l'air, de l'eau et de la chaleur, mais qui, à défaut d'un de ces excitants, ne manifeste aucun indice d'activité, ne vit pas encore et pourra se conserver ainsi pendant des siècles, bien que la durée de sa vie réelle soit fixée peut-être à quelques semaines.

» Les expériences physiologiques dont nous venons d'indiquer les principaux résultats ne constituent pas la totalité du travail que M. Doyère a entrepris sur les Tardigrades; et, bien que nous n'ayons pas à rendre compte ici des Mémoires anatomiques et zoologiques qu'il a publiés sur ces animalcules, nous demanderons la permission d'en dire quelques mots, afin de motiver, aux yeux de l'Académie, les éloges que nous croyons justes de donner à l'ensemble de ses recherches.

» Les belles observations de M. Ehrenberg nous ont fait connaître les principaux traits de la structure intérieure de l'un des singuliers animaux ressuscitants dont nous venons de nous occuper si longuement, du Rotifère; mais le Tardigrade découvert par Spallanzani n'avait pas été aussi bien étudié, et la plupart des zoologistes avaient même négligé d'en parler dans leurs classifications du règne animal. Dans ces dernières années, M. Schultze et M. Dujardin, si habile à manier le microscope, en avaient donné des descriptions bien plus complètes que leurs devanciers : mais les recherches de M. Doyère ont été poussées beaucoup plus loin; et, quoique le sujet de ses observations soit un animalcule à peine visible par l'œil nu, il est parvenu à y distinguer une multitude de parties dont la disposition est très-remarquable. La conformation du système nerveux des Tardigrades est un des points les plus curieux et les importants à connaître pour l'histoire anatomique et pour la classification de ces animalcules. M. Doyère en a donné une description détaillée; il a étudié avec le même succès le système musculaire, les organes de la reproduction, l'appareil digestif, enfin toutes les parties de l'économie; et son travail est accompagné de planches remarquables par leur exactitude et leur élégance.

» En résumé, la monographie des Tardigrades que l'on doit à ce jeune zoologiste sera certainement citée parmi les bons travaux dont s'est enrichie depuis quelques années l'histoire des animaux inférieurs; et si la plus grande partie de cette série de recherches n'était déjà livrée au public, nous pro-

poserions à l'Académie d'en insérer la totalité dans son *Recueil des Savants étrangers;* mais, n'ayant mission que pour juger les *expériences physiologiques sur la revivification des Rotifères et des Tardigrades*, nous nous bornerons à demander pour ce seul Mémoire les honneurs de l'impression. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

M. **Bory de Saint-Vincent** fait observer qu'il rappela le premier, il y a vingt ans environ, l'attention du monde savant sur les microscopiques dont M. Edwards vient d'entretenir l'Académie; il y proposa même divers genres et affirma que l'opinion de Spallanzani, qui les faisait revivre quand ils étaient morts par la dessiccation, était une erreur. « Pendant l'absence que je viens de faire, ajoute M. Bory, il paraît que l'étude des Volifères a progressé; je me propose de me tenir au courant et de profiter des belles expériences dont notre confrère vient de rendre compte; mais je persiste à ne pas croire à quelque résurrection que ce soit, et demeure persuadé que tout animal, une fois mort, l'est pour toujours. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS

EMBRYOGÉNIE. — *Extrait d'une nouvelle communication de* M. **Lesauvage**, *relative à l'origine et à la disposition de la caduque dans l'œuf humain.*

(Commission précédemment nommée.)

« Dans la réponse qu'il a faite à ma lettre, M. le docteur Coste a gardé le silence le plus complet sur presque tous les points pour lesquels je réclame la priorité, et qui sont cependant la partie essentielle de son Mémoire.

» Quant aux points sur lesquels il y a, suivant lui, divergence d'opinion entre nous, il paraît ne pas m'avoir compris, ou du moins il rend mal ma pensée, même quand il reproduit quelques-unes de mes expressions; ainsi il me fait dire que la membrane caduque résulte *d'une sorte de cristallisation de la superficie du fluide* exhalé dans l'utérus; j'ai dit que, comme les pseudo-membranes, la caduque était un produit des phénomènes combinés de l'exhalation et de l'absorption, et, ne pouvant admettre dans la disposition des molécules constituantes un arrangement aveugle, j'avais traduit ma pensée en disant qu'il en résultait *une sorte de cristallisation*

vivante; mais cette phrase isolée ne peut être l'expression de la manière dont je conçois la production de la membrane.

» Bien positivement, j'ai admis qu'il se développait dans le tissu de la caduque des vaisseaux qui lui étaient propres, et il en est ainsi de toutes les pseudo-membranes; mais il n'y a aucune parité entre eux et les conduits qui font suite aux sinus utérins, conduits dont je n'ai garde de nier l'existence.

» J'ai reconnu avant cet auteur, et je ne suis pas le seul, que les sinus utérins transmettent le sang à travers la masse placentaire au moyen de canaux qui s'y divisent en une foule de ramifications; mais il n'est point exact d'avancer qu'ils sont une prolongation du tissu des sinus de l'utérus. Les canaux placentaires sont creusés dans le parenchyme qui s'est organisé sous l'influence de l'absorption; et, pour établir qu'avant M. Coste j'avais bien compris la circulation utéro-placentaire, il me suffira d'énoncer la phrase suivante, empruntée à la page 38 de mon Mémoire sur les annexes du fœtus (in-8°, Caen, 1835).

« C'est alors que cette surface (celle de l'utérus) organise par absorption » les lames membraniformes entre lesquelles se frayent un passage les cou- » rants sanguins versés par les bouches des sinus utérins, et qui pénètrent » dans le placenta comme dans une éponge; mais, après l'extraction de ce » dernier, les tissus se resserrent, et les *conduits* disparaissent; c'est ce qui » a conduit à l'erreur de ne point admettre la continuité des courants san- » guins des sinus utérins à travers les lames extérieures du parenchyme » placentaire. »

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur le système silurien de l'Amérique septentrionale; par* M. DE CASTELNAU.

Ce Mémoire, qui est accompagné d'un grand nombre de planches représentant les principaux fossiles de la formation silurienne, est renvoyé à l'examen de la Commission nommée pour un précédent Mémoire du même auteur sur les « révolutions géologiques des parties centrales de l'Amérique du Nord. »

M. MACLE présente un échantillon d'une *encre* analogue à l'encre de la Chine, mais obtenue par un procédé particulier. Il y joint une Note sur les avantages que présente, suivant lui, ce nouveau produit pour la fabrication d'une encre de sûreté du genre de celles dont l'Académie a recommandé l'emploi.

(Commission des encres et des papiers de sûreté.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *De l'invariabilité des grands axes et des moyens mouvements des planètes, en tenant compte de tous les ordres des forces perturbatrices; par* M. MAURICE.

« On sait de quelle importance est en Astronomie la question de l'invariabilité des mouvements moyens des planètes, étroitement liée par la troisième loi de Képler à celles des grands axes de leurs orbites. C'est un des principaux éléments de ce grand résultat connu dans la Mécanique céleste sous le nom imposant de *stabilité du système du monde,* lequel a été successivement obtenu par les travaux de Laplace, de Lagrange et de Poisson, en n'ayant égard, d'abord, qu'au premier ordre des masses, et, plus tard, qu'au second seulement.

» Laplace, le premier, dans un Mémoire présenté à l'Académie de Paris 1773, reconnut, par une analyse exacte et détaillée des termes qui eussent introduit des inégalités vraiment séculaires dans l'expression des mouvements moyens des planètes en conséquence de leur action mutuelle les unes sur les autres, que tous ces termes se détruisaient successivement; et il put s'assurer ainsi que ces mouvements moyens étaient inaltérables, du moins en négligeant les puissances et les produits des masses planétaires, ainsi que les produits de quatre dimensions des excentricités et des inclinaisons des orbites.

» Lagrange ensuite, dans les Mémoires de Berlin pour 1776, appliquant une méthode qui lui était propre à la recherche de la variation des éléments elliptiques, démontra rigoureusement qu'en négligeant le second ordre des forces perturbatrices, l'expression du grand axe ne peut contenir que des inégalités périodiques; et qu'ainsi la longitude moyenne que l'on en déduit par les lois de Képler ne contient elle-même que des inégalités de ce genre, et ne peut en admettre de séculaires. L'important résultat découvert par Laplace fut alors non-seulement établi par Lagrange à priori, de la manière la plus élégante et la plus simple, mais encore étendu aux termes renfermant tous les ordres des excentricités et des inclinaisons.

» Vingt-cinq ans après, Laplace fit voir, dans sa *Mécanique céleste,* qu'en ayant égard aux carrés et aux produits des masses de Jupiter et de Saturne, leurs grandes inégalités n'altéraient point ce résultat. Enfin, le 20 juin 1808,

Poisson lut à l'Académie un Mémoire où il était parvenu à démontrer rigoureusement que le second ordre des forces perturbatrices n'introduit encore que des quantités périodiques dans l'expression de la longitude moyenne. C'était un théorème de la plus haute importance, parce qu'une inégalité séculaire dans l'expression différentielle du grand axe, quoique affectée du second ordre des masses planétaires, donnerait, à cause de la double intégration qu'elle doit subir pour que l'on puisse calculer la perturbation de la longitude moyenne, une inégalité de même ordre que celle du mouvement elliptique qui a pour argument le double de l'anomalie de la planète.

» On n'a sûrement point oublié que ce beau travail du grand géomètre dont le monde savant déplore encore la perte, rappelant Lagrange à l'étude de ces hautes questions, devint pour cet homme illustre l'occasion de généraliser cette nature de recherches, en les étendant à toutes les classes de problèmes que peut offrir la Mécanique rationnelle; et l'on ne saurait oublier non plus quelle part Poisson sut se faire dans l'établissement rigoureux de la théorie générale de la variation des constantes arbitraires, que l'on a vue, dès lors surtout, si féconde en utiles et brillants résultats.

» Mais, revenant à son Mémoire de 1808, on peut remarquer que sa belle démonstration, toute rigoureuse qu'elle est, n'est obtenue qu'à postériori, en vertu d'une habile et savante classification des termes divers que peut introduire la considération du second ordre des forces perturbatrices. Elle se trouve ainsi, par sa nature propre, dans une sorte de rapport avec le procédé qui servit à la découverte faite en 1773 par Laplace; et, quoique la méthode dont Poisson fait alors emploi ne laisse rien à désirer pour la généralité, on peut regretter qu'il n'ait pu déduire son remarquable théorème de quelque considération à priori, pareille, dans sa simplicité, à celle qui sert de base à Lagrange dans son Mémoire de 1776.

» Et en effet, lorsqu'en 1816 Poisson, reprenant le même sujet, voulut étendre sa démonstration au cas où l'on tiendrait compte du troisième ordre des forces perturbatrices, la nature du procédé qu'il avait déjà employé avec un plein succès ne put ici lui en obtenir un pareil, à cause de l'extrême complication des termes si nombreux qu'il avait à distribuer en catégories générales. Aussi ne parvint-il à prouver l'invariabilité du grand axe qu'en tenant compte seulement des termes affectés de cet ordre des masses dans les variations des éléments de la planète troublée, et sans pouvoir compléter sa preuve en considérant encore les termes du même ordre dans les variations analogues des éléments des planètes perturbatrices.

» On n'est pas allé plus loin sur ce point.

» En méditant à plusieurs reprises sur la différence caractéristique des célèbres démonstrations de Lagrange en 1776 et de Poisson en 1808 et en 1816, j'ai longtemps poursuivi la recherche d'une considération qui permît de traiter cette question et de la résoudre à priori, simplement, et dans toute sa généralité. Plus j'étais frappé de l'admirable simplicité de la démonstration toute directe de Lagrange pour les termes du premier ordre, qui eussent exercé sur les grands axes la principale influence, et plus je me persuadais qu'il devait en exister une de même caractère pour les termes des ordres supérieurs qui deviennent de moins en moins importants Il me semblait tout à fait probable que cette belle propriété des grands axes des orbites, déjà complétement vérifiée pour les termes des deux premiers ordres qui auraient le plus d'influence, devait pouvoir être rattachée à quelque cause simple comme le sont les causes véritables, qui ressortît de cette analyse générale à laquelle on recourt de plus en plus de nos jours pour l'étude des mouvements planétaires, et qui pût embrasser dans ses conséquences les termes affectés d'un ordre quelconque des masses qui troublent ces mouvements.

» C'est à quoi, si je ne me trompe, je suis enfin parvenu. En exposant quelle marche j'ai suivie, je dois dire que je commence par rappeler la démonstration de Lagrange pour le premier ordre ; et, quant aux termes du second, qu'en adoptant certaines bases que lui-même avait posées dans son Mémoire du 22 août 1804, je procède ensuite à la démonstration qui m'est propre. L'on y verra qu'elle consiste à faire voir à priori, et en m'appuyant sur un principe fondamental dans la belle théorie qu'on doit au génie du même auteur, que tous les termes desquels naîtraient des inégalités vraiment séculaires, doivent nécessairement se détruire identiquement et disparaître ainsi du calcul : conclusion qui coïncide exactement avec celle que Poisson avait obtenue à postériori, à la suite d'un examen approfondi des termes qu'il avait habilement groupés dans ses savantes classifications. Enfin, partant de cette démonstration, et travaillant à l'étendre successivement aux ordres supérieurs, la nature du procédé suivi et des considérations employées permettra de voir d'un coup d'œil qu'elle est absolument générale, quel que soit l'ordre des forces perturbatrices qu'on veuille admettre dans le calcul.

» Cet important résultat, très-simplement obtenu, offrira surtout à ceux qui se plaisent à sonder la partie théorique de la *Mécanique céleste*, une conséquence qui paraît digne d'exciter leur intérêt. Pourquoi le grand axe, exclusivement aux autres éléments, doit-il être exempt de toute altération séculaire? Jusqu'à présent, si ce fait singulier était connu, on n'en

savait nullement la cause : dans l'analyse que nous présentons ici, on la voit ressortir avec une pleine évidence.

» 1. Lorsqu'on fait varier les éléments d'une orbite, on sait que la différentielle du grand axe a d'une planète m est donnée par l'une ou l'autre de ces formules équivalentes (1)

$$da = \frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{d\mathrm{R}}{ndt} \cdot ndt,$$
$$da = \frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{d\mathrm{R}}{dc} \cdot ndt;$$

où μ, égal à $n^2 a^3$, est la somme $1 + m$ des masses du Soleil et de la planète, R la fonction perturbatrice, et c la constante ajoutée au moyen mouvement nt.

» Maintenant, sous chacune de ces formes, la démonstration de Lagrange revient à prouver que la valeur précédente de da ne peut contenir des termes non périodiques.

» En effet, sous la première, on s'assure aisément que tous les termes périodiques qui entrent dans la valeur de $\frac{d\mathrm{R}}{ndt} \cdot ndt$ étant nécessairement de la forme

$$\pm\, indt \cdot \mathrm{A} \cdot \frac{\sin}{\cos}\,(in + i'n' + i''n'' + \ldots\ldots) \cdot t,$$

où A désigne un coefficient constant, il en résulterait dans l'intégrale de da, c'est-à-dire dans la valeur de la variation finie δa du grand axe, des termes tels que

$$\frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{\mathrm{A} \cdot in}{(in + i'n' + i''n'' + \ldots\ldots)} \cdot \frac{\cos}{\sin}\,(in + i'n' + i''n'' + \ldots\ldots) \cdot t;$$

lesquels ne pourraient en introduire de constamment proportionnels au temps t, à moins que l'on n'eût

$$in + i'n' + i''n'' \ldots\ldots = 0,$$

(1) Pour abréger cet écrit, on supposera connue la théorie de la variation des constantes arbitraires, telle qu'elle est exposée dans le Mémoire de Lagrange du 22 août 1808, contenu dans ceux de la première classe de l'Institut pour cette année-là, et dans le Mémoire de Poisson du 16 octobre 1809, inséré dans le XV^{e} cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, le même où se trouve encore celui que nous avons cité sous la date du 20 juin 1808.

car alors un terme comme le précédent serait égal à $\frac{2a^2}{\mu}$.A.$in.t$. Mais cette relation est impossible dans le système solaire, à cause de la nature incommensurable des coefficients n, n', n'',.... des moyens mouvements des planètes, tandis que les nombres i, i', i'',.... sont tous entiers, nécessairement.

» Sous la seconde forme de la valeur de da, on remarquera que, dans la recherche spéciale des inégalités séculaires, il aura fallu réduire la fonction R à la partie de sa valeur qui serait libre de toute expression périodique. Or la constante c n'a point pu se séparer du moyen mouvement nt, qui peut seul introduire c dans les valeurs elliptiques des coordonnées de m, et ces valeurs, exprimées par des fonctions périodiques de $(nt + c)$, sont exclusivement considérées dans cette première approximation. Donc cette constante ne saurait se trouver dans la partie non périodique à laquelle, dans ce cas, doit se réduire la valeur de R, et il résulte évidemment de là qu'alors $da = 0$, à cause de $\frac{dR}{dc} = 0$.

» Par conséquent, et pour prévenir toute confusion, si l'on désigne par $D.\delta a$ la partie de la différentielle de la variation finie δa du grand axe qui correspondrait à des inégalités pouvant croître sans cesse avec le temps, nous exprimerons le résultat précédent, relatif au cas où l'on n'a considéré que les termes affectés du premier ordre des masses perturbatrices, par l'équation

$$D.\delta a_1 = 0.$$

» **2.** Pour passer à la considération des termes du second ordre, nous commencerons par poser la question ainsi que l'a fait Lagrange lui-même dans l'article 10 de son Mémoire de 1808, et nous concevrons chaque élément comme décomposé en une partie constante, et une partie variable que précédera le symbole δ. Alors les éléments troublés, au lieu de s'écrire encore simplement par $a, a', \ldots, b, b' \ldots$, etc., seront représentés par

$$a + \delta a, \quad a' + \delta a', \ldots, \quad b + \delta b, \quad b' + \delta b', \ldots, \text{etc.},$$

et leurs différentielles seront

$$d.\delta a, \quad d.\delta a', \ldots, \quad d.\delta b, \quad d.\delta b', \ldots, \text{etc.}$$

Or, lorsqu'on ne se borne plus à tenir compte du premier ordre des

masses, il est nécessaire de transformer, d'une manière conforme à cette condition nouvelle, l'expression fondamentale trouvée pour da.

» Et d'abord, d'après la notation que nous venons d'adopter, dans cette équation

$$da = \frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{dR}{ndt} \cdot ndt,$$

le premier membre deviendra $d.\delta a$. De même, dans le second membre, il faudra remplacer a^2 par $(a + \delta a)^2$; et puisqu'on aura dû substituer dans la fonction R, aux valeurs elliptiques et constantes des éléments, ces valeurs augmentées de leurs variations finies relatives au premier ordre, on devra écrire, au lieu de cette fonction, son développement général tel qu'il résulte de ces substitutions, savoir,

$$R + \delta R + \tfrac{1}{2}.\delta^2 R + \tfrac{1}{6}.\delta^3 R + \text{etc.},$$

où l'on aura

$$\delta R = \frac{dR}{da}.\delta a + \frac{dR}{db}.\delta b + \ldots + \frac{dR}{da'}.\delta a' + \frac{dR}{db'}\delta b' + \ldots + \frac{dR}{da''}.\delta a'' + \ldots + \text{etc.},$$

$$\delta^2 R = \frac{d^2R}{da^2}.\delta a^2 + 2.\frac{d^2R}{dadb}.\delta a\delta b + \ldots + \frac{d^2R}{da'^2}.\delta a'^2 + 2.\frac{d^2R}{da'db'}.\delta a'\delta b' + \ldots + \text{etc.},$$

$$\delta^3 R = \frac{d^3R}{da^3}.\delta a^3 + \ldots + \text{etc.},$$

etc., etc.

» En conséquence de ces transformations diverses, on voit que, R étant du premier ordre quant aux masses, δR sera du second, puisque R est du premier, ainsi que chacune des variations δa, $\delta b, \ldots$, $\delta a', \ldots$, etc.; que, par la même raison, $\delta^2 R$ est du troisième ordre, $\delta^3 R$ du quatrième, et ainsi de suite pour les termes de plus en plus élevés.

» La formule précédente, pour la différentielle du grand axe, deviendra ainsi

$$(1) \quad d.\delta a = \frac{2.(a+\delta a)^2}{\mu} . \left(\frac{dR}{ndt} + \frac{d.\delta R}{ndt} + \tfrac{1}{2}.\frac{d.\delta^2 R}{ndt} + \tfrac{1}{6}.\frac{d.\delta^3 R}{ndt} + \text{etc.}\right) ndt.$$

» 3. Considérons d'abord le premier membre de cette équation. Il est évident qu'on y peut concevoir la variation δa comme subdivisée en termes de plus en plus petits, selon qu'ils comprendront les puissances et les

produits successifs des masses; en sorte que l'on aurait, par exemple,

$$\delta a = \delta a_1 + \delta a_2 + \delta a_3 + \ldots,$$

en concevant que chacune de ces parties de δa correspond à l'ordre 1, 2, 3,... des masses qu'on voudra prendre ou qu'on aura prises en considération.

» L'équation (1) pourra donc, comme on va le voir, se subdiviser naturellement, en comparant et égalant entre eux les termes des deux membres affectés du même ordre des masses. Pour cela, développant et ordonnant son second membre, et intégrant ensuite chacune des équations résultant de ces comparaisons, on obtiendra

$$(\mathrm{M})\left\{\begin{array}{l} \delta a_1 = \frac{2a^2}{\mu}\cdot\int \frac{d\mathrm{R}}{ndt}.ndt, \\ \delta a_2 = \frac{2a^2}{\mu}\cdot\int\left(\frac{2}{a}\cdot\frac{d\mathrm{R}}{ndt}.\delta a + \frac{d.\delta\mathrm{R}}{ndt}\right)ndt, \\ \delta a_3 = \frac{2a^2}{\mu}\cdot\int\left(\frac{1}{a^2}\cdot\frac{d\mathrm{R}}{ndt}.\delta a^2 + \frac{2}{a}\cdot\frac{d.\delta\mathrm{R}}{ndt}.\delta a + \frac{1}{2}\cdot\frac{d.\delta^2\mathrm{R}}{ndt}\right)ndt, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

Or la première de ces équations, sous sa forme différentielle, a déjà fait le sujet de notre examen, et nous a fourni, pour le premier ordre des masses, la conclusion $\mathrm{D}.\delta a_1 = 0$.

» Maintenant, en tenant compte des termes du second ordre, nous avons à discuter ce qui peut résulter de la seconde des équations (M), ou de

$$\delta a_2 = \frac{2a^2}{\mu}\cdot\int\left(\frac{2}{a}\cdot\frac{d\mathrm{R}}{ndt}.\delta a + \frac{d.\delta\mathrm{R}}{ndt}\right)ndt. \tag{2}$$

4. Il semble d'abord que, pour la traiter, la nature compliquée de la fonction $\delta\mathrm{R}$ doit apporter de grands obstacles; car elle diffère prodigieusement de la fonction R elle-même, puisque nous avons vu qu'il entre dans $\delta\mathrm{R}$ des quantités telles que $\delta a'$, $\delta b'$,..., $\delta a''$, $\delta b''$,..., etc., lesquelles dépendent des fonctions perturbatrices qu'on aurait à désigner par R′, R″,..., dont les formes ne sont point les mêmes, et qui ne diffèrent pas moins de la fonction R. On n'ignore pas, en effet, que chacune des fonctions perturbatrices ne pourrait être symétrique pour les diverses planètes m, m', m'',..., qu'autant que leurs mouvements particuliers seraient rapportés au centre de gravité du système solaire, et que ce fut

ainsi que Lagrange, en 1808, en fit emploi dans son Mémoire. Or on ne peut la confondre sous cette forme-là avec la fonction R, telle que jusqu'ici nous en avons admis la composition.

» Cependant, pour l'analyse que nous nous proposons d'employer, l'inconvénient naissant de cette diversité ne peut nuire à l'usage que nous allons faire de la valeur trouvée pour δa_2. Il suffira d'admettre, ce qui ne souffre aucune difficulté sérieuse d'après la nature bien connue des termes algébriques et périodiques qui composent seuls l'expression des fonctions R, R′, R″,..., que, tout en se bornant à ne faire que *concevoir* l'exécution des opérations diverses naissant des substitutions sous-entendues pour la formation par le calcul de la fonction δR, on peut néanmoins regarder comme certain le fait analytique suivant :

» Quels que puissent être les termes dont se composerait la valeur très-compliquée de δR, d'après la nature des parties diverses qui la déterminent, quand on la supposerait effectivement obtenue, le développement de $\frac{d.\delta R}{ndt}$ ne contiendra nécessairement que des termes qui seront ou périodiques ou constants : ces derniers pouvant résulter, par exemple, des produits de fonctions périodiques semblables, de même coefficient et de même argument; car ces produits, devenant alors des puissances de ces fonctions qu'il faut convertir en multiples de l'argument, pourraient introduire des termes constants qui en produiraient de véritablement séculaires dans la valeur de δa_2, si cette valeur en devait renfermer. Quant au développement de $\frac{dR}{ndt}.\delta a$, la même conclusion se présentera avec tout autant d'évidence.

5. Ainsi, désignons par le symbole général P les termes demeurés périodiques, et par des formes telles que A et B les termes et les coefficients constants : comme le développement complet des quantités

$$\frac{dR}{ndt}.\delta a \quad \text{et} \quad \frac{d.\delta R}{ndt}$$

ne se composera, par ce qui précède, que de termes constants de la forme A, ou périodiques de la forme B.P, on aura, en désignant par le signe Σ la somme de tous ces termes, et en effectuant l'intégration de cette équation (2) dans le second membre,

$$(3) \qquad \delta a_2 = \Sigma.An(t+l) + \Sigma.B\int P.ndt;$$

équation d'où l'on déduira, pour les termes séculaires en particulier,

$$(4) \qquad D.\delta a_2 = d.[\Sigma . An(t + l)].$$

Mais il ne faut pas oublier que cette dernière équation ne repose que sur une hypothèse : celle que, dans le développement des quantités

$$\frac{dR}{ndt}.\delta a, \quad \text{et} \quad \frac{d.\delta R}{ndt},$$

les termes constants ne se trouveront pas nuls ou ne se détruiront pas identiquement ; et comme il résulterait de leur présence effective dans la valeur de la variation δa_2 des inégalités vraiment séculaires qu'on n'a point rencontrées dans celle de δa_1, il importe d'examiner avec soin, dans ses conséquences, la légitimité d'une pareille supposition.

» 6. Reprenons, dans ce but, cette équation (4). La quantité l, qu'elle renferme comme une constante introduite par l'intégration, est, dans le mouvement elliptique, celle qui ne manque jamais de se joindre au temps t, lorsque de l'équation

$$dt = \frac{1}{n}(1 - e\cos u)\,du$$

on passe, en intégrant, à celle-ci,

$$t + l = \frac{1}{n}(u - e\sin u);$$

alors elle est invariable.

» Mais dans le mouvement troublé, tel qu'on doit le considérer dans la théorie de Lagrange, si la planète est toujours conçue comme se mouvant dans une ellipse, c'est nécessairement dans une ellipse dont les éléments varient à chaque instant. Or l est un des éléments de cette orbite, soit qu'on le conserve directement sous cette forme, comme Lagrange dans sa *Mécanique* (T. II, p. 102 et suivantes, où il le désigne par $-c$); soit qu'on le considère indirectement dans un autre élément tel que $c = n.l$, ou $\varepsilon = (n.l + \varpi)$, comme l'ont fait d'autres géomètres, et Lagrange lui-même en divers endroits de ses écrits.

» Lors donc que l est pris directement pour élément, avec le grand axe a, l'aire elliptique k ou $r^2\frac{dv}{dt}$, les lieux ϖ et α du périhélie et du nœud, et l'inclinaison φ de l'orbite, on sait que les différentielles de ces six élé-

ments sont données par les formules

$$da = \frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{\partial R}{dl} . dt, \quad dl = -\frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{dR}{da} . dt, \quad d\varpi = \frac{dR}{dk} . dt,$$

$$dk = -\frac{dR}{d\varpi} . dt, \quad d\alpha = \frac{1}{k \sin\varphi} \cdot \frac{dR}{d\varphi} . dt, \quad d\varphi = -\frac{1}{k \sin\varphi} \cdot \frac{dR}{d\alpha} . dt \text{ (*)}.$$

» Par conséquent, dans le mouvement troublé, la valeur de l représentera encore celle que doit avoir cet élément au moment précis pour lequel $u = 0$; mais cette valeur ne pourra plus être regardée comme invariable, attendu que, dans l'esprit de cette théorie, chaque élément varie, d'un instant à l'autre, avec le temps, ainsi qu'on le voit par les six formules précédentes.

» 7. Continuons à nous occuper de l'équation (4). Si l'on exécute sur son second membre l'opération qui n'y est qu'indiquée, il est évident que l'expression de $D.\delta a_1$ devra contenir en particulier un terme de la forme $\Sigma . A n . \frac{dl}{dt} . dt$, qui revient à $\frac{dt}{dt} . ndt . \Sigma . A$; ou, en remettant pour $\frac{dl}{dt}$ sa valeur tirée des formules citées, à

$$-\frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{dR}{da} . ndt . \Sigma . A.$$

» Mais ce terme exprimerait une partie de la différentielle du grand axe, et l'on démontre dans les théories, soit de Lagrange, soit de Poisson, qu'il est impossible que la différentielle d'un élément a contienne un terme affecté de $\frac{dR}{da}$, parce qu'un terme pareil y a toujours un coefficient de la forme (a, a), qui est *zéro*. Par conséquent il est rigoureusement nécessaire que le terme

$$-\frac{2a^2}{\mu} \cdot \frac{dR}{da} . ndt . \Sigma . A$$

disparaisse de lui-même dans ce calcul : ce qui ne peut avoir lieu qu'autant qu'on aura $\Sigma . A = 0$; et cette condition s'interprétera, soit parce que les

(*) *Voyez* le Mémoire de Poisson, *Journal de l'École Polytechnique*, XV^e cahier, en y remplaçant h ou $\frac{\mu}{a}$ par a.

termes A seront tous nuls, comme dans le cas du premier ordre, soit parce qu'ils se détruiront les uns les autres identiquement, comme Poisson l'a reconnu le premier pour le cas actuel, par une analyse détaillée de tous les termes que pourrait présenter l'expression complète de la différentielle que nous discutons.

» Donc, puisque notre équation (4) revient à

$$D . \delta a_{2} = d . [n(t + l) . \Sigma . A],$$

la condition $\Sigma . A = 0$ que nous venons d'obtenir donnera le résultat

$$(5) \qquad D . \delta a_{2} = 0.$$

Ainsi, puisque les termes A doivent disparaître de l'équation (3), celle-ci se réduira à

$$(6) \qquad \delta a_{2} = \Sigma . B \int P . ndt.$$

» Cela posé, si l'on pouvait craindre qu'en effectuant l'intégration indiquée, il ne s'introduisît encore des termes non périodiques à la suite des réductions qui s'opéreraient entre les termes nombreux et plus ou moins composés dont P désigne la forme générale, il est aisé de voir que tout ce qui en résulterait, c'est que cette équation (6) deviendrait alors

$$(7) \qquad \delta a_{2} = \Sigma . A'n . (t + l) + \Sigma . B' \int P' . ndt,$$

où A′, B′, P′ seraient des quantités analogues aux précédentes A, B, P, et que, dans cette hypothèse, on retrouverait encore

$$D . \delta a_{2} = [n(t + l) . \Sigma . A'].$$

Mais alors il est évident que, par les mêmes raisons qui nous ont servi tout à l'heure, on pourrait conclure derechef que $D . \delta a_{2} = 0$, comme auparavant. Il résulte donc des conclusions précédentes que la valeur de la variation finie δa_{2} du grand axe est donnée par une équation de la forme (6), c'est-à-dire qu'elle se compose de termes essentiellement périodiques; et qu'ainsi le grand axe est invariable, dans le sens où l'entendent les géomètres, même en ayant égard au second ordre des forces perturbatrices.

» 8. La grande simplicité de cette démonstration peut, au premier abord, presque nécessairement, soulever contre elle quelques objections. Voici les seules qu'il nous paraisse possible de présenter, et que nous résoudrons après les avoir exposées.

» 1°. Est-il possible de faire varier une quantité comme l, qui vient de s'introduire comme une constante provenant de l'intégration?

» On pourrait peut-être se borner à répondre que le grand axe a lui-même s'introduit dans l'intégrale des forces vives par l'addition d'une constante h qui est égale à $\frac{\mu}{a}$, et que c'est pourtant de cette même constante a que, dans cette théorie, tous les géomètres calculent la variation. Mais l'on doit surtout faire remarquer que Lagrange et Poisson ont déjà fait précisément ce qu'on vient de faire ici. En effet, dans les pages 64 et 310 de leurs Mémoires respectifs, ils examinent ce qui peut résulter de la différentiation de la quantité c ou $n.l$, devenue variable en vertu de l'esprit même de la théorie où s'exécutent leurs calculs comme les nôtres; et pourtant cet élément c ou $n.l$ n'y a été introduit, comme ici, que sous la forme de cette constante qui s'ajoute au temps t par le fait de cette intégration. Cependant, pour ne rien laisser à désirer sur ce point, reprenons l'examen de la véritable signification de l, et de cette qualité de constante attribuée à cet élément, et dont on voudrait faire un objection.

» Considérons l'équation $dt = \frac{1}{n}(1 - e\cos u).du$, qui donne en général $t = \frac{1}{n}\int(1 - e\cos u).du$; comme on date toujours le temps t d'une certaine époque, supposons que ε soit la valeur de u quand $t = 0$: il est clair que la durée du temps écoulé à partir de l'*époque* jusqu'au moment du passage au périhélie, pour lequel $u = 0$, sera donnée par l'intégrale définie

$$t = \frac{1}{n}\int_{\varepsilon}^{0}(1 - e\cos u).du = -\frac{1}{n}\int_{0}^{\varepsilon}(1 - e\cos u).du = -\frac{1}{n}(\varepsilon - e\sin\varepsilon).$$

» D'autre part, l'intégration ordinaire de cette équation donnant aussi $t + l = \frac{1}{n}(u - e\sin u)$, on voit que, si $t = 0$, on a $l = \frac{1}{n}(\varepsilon - e\sin\varepsilon)$; et réciproquement, que si $u = 0$, on aura

$$t = -l = -\frac{1}{n}(\varepsilon - e\sin\varepsilon).$$

La valeur du temps t au moment du passage au périhélie n'y est donc con-

stante que comme peut l'être une intégrale définie, qui certainement est invariable entre des limites fixes et déterminées, mais qui pour cela ne saurait demeurer constante hors de ces limites, c'est-à-dire, dans ce cas, pour des instants antérieurs ou postérieurs à celui pour lequel $u = 0$.

» On voit aisément qu'on doit ainsi distinguer nettement trois cas : celui du mouvement elliptique pur, où, la valeur de l ne signifiant jamais que la durée du temps écoulé entre les passages par l'époque et par le périhélie, cette durée ne doit et ne peut point changer ; celui du mouvement troublé calculé par les méthodes primitivement employées, où les éléments ne sont point censés varier, mais où l'on détermine directement les changements des coordonnées et des vitesses : dans ce cas encore on n'est pas plus obligé de faire varier l que dans le mouvement elliptique; enfin, celui du mouvement troublé, calculé par la méthode de Lagrange, où l'on conçoit la planète comme se mouvant dans une ellipse dont les éléments varient à chaque instant, tandis que ses coordonnées et ses vitesses demeurent les mêmes que dans l'instant précédent : alors on devra manifestement considérer comme variable d'un moment à l'autre un élément tel que l, dont la valeur change incessamment, et en particulier par le déplacement du périhélie.

» 2°. Si l'on eût choisi un autre système d'arbitraires, celui de Lagrange, par exemple (*Méc. anal.*, t. II, p. 102), qui, prenant pour éléments a, l, e, ϖ, α et φ, trouve la valeur

$$dl = -\frac{2a^2}{\mu}\cdot\frac{dR}{da}\cdot dt - \frac{a(1-e^2)}{\mu . e}\cdot\frac{dR}{de}\cdot dt;$$

comment pourrait-on conclure encore que les termes représentés par $\Sigma . An . \frac{dl}{dt} . dt$ doivent disparaître de l'expression de $D . \delta a_1$, puisque la partie de cette valeur qui est affectée de $\frac{dR}{de}$ peut subsister dans cette expression?

» Ici la réponse est bien facile. Comme rien ne saurait s'opposer à ce que l'on commence par étudier les conséquences d'un système où, a, l, k, ϖ, α et φ étant les arbitraires, dl n'est exprimé que par le terme affecté de $\frac{dR}{da}$, et qu'on trouve alors pour conclusion très-légitime qu'on doit avoir $\Sigma . A = 0$, la même conclusion subsistera encore évidemment, lors même que, par un autre choix d'éléments, l'expression de dl acquerrait un second terme.

» 3°. Ne pourrait-on pas craindre que tout ce qui a été avancé pour établir l'équation $D . \delta a_1 = d[\Sigma . An . (t + l)]$, et pour en déduire les consé-

quences qui fondent la démonstration précédente, ne se trouvât également applicable aux cinq autres éléments, lorsqu'on sait pourtant qu'ils sont plus ou moins susceptibles d'altérations séculaires, et qu'en particulier les mouvements du périhélie et du nœud peuvent croître indéfiniment?

» Mais un tel soupçon s'évanouira promptement devant l'observation que le grand axe est *le seul* élément pour lequel doive disparaître le terme que, dans sa généralité, l'on a représenté par $\Sigma \,.\, An \,.\, \frac{dl}{dt} \,.\, dt$. Ainsi, pour tout autre, la valeur trouvée pour dl ne serait point nécessairement incompatible avec la valeur de la différentielle de cet élément-là, et, par conséquent, il serait impossible d'employer le raisonnement que nous avons fait dans le cas du grand axe, pour en déduire que cet autre élément ne saurait subir d'altération séculaire.

» **9.** C'est donc au contraire avec satisfaction que l'on doit maintenant voir découler avec tant de simplicité des principes mêmes de la théorie de Lagrange, *pourquoi* le grand axe seul est exempt de toute altération croissant avec le temps hors des signes périodiques. Sans doute la quantité de ces altérations, dans les autres éléments, n'est point assignée par les formules précédentes de notre analyse; mais il suffit au but qu'elle se proposait ici d'atteindre, d'une part, qu'elle s'accorde dans sa généralité avec les résultats essentiels des méthodes connues et des calculs spéciaux les plus développés; d'autre part, qu'on lui reconnaisse le mérite de faire toucher au doigt *la cause* bien simple qui rend les grands axes exclusivement inaltérables, cause qui n'avait pas encore été assignée.

» **10.** Si l'on veut à présent considérer le troisième ordre des masses, il faut s'adresser à la troisième des équations (M), savoir,

$$(8) \qquad \delta a_3 = \frac{2a^2}{\mu} \,.\, \int\left(\frac{1}{a^2} \,.\, \frac{dR}{ndt} \,.\, \delta a^2 + \frac{2}{a} \,.\, \frac{d.\delta R}{ndt} \,.\, \delta a + \frac{1}{2}\,\frac{d.\delta^2 R}{ndt}\right) ndt.$$

» Mais il est bien évident qu'à propos des trois termes dont se compose, sous le signe $\int$, le facteur de ndt, on pourra répéter les mêmes raisonnements qui nous ont conduit, dans les n^{os} **4** et **5**, à établir les équations (3) et (4); en sorte que l'on pourra conclure encore de l'expression précédente de δa_3, que le développement de sa valeur ne pourrait conduire qu'à une expression de la forme

$$(9) \qquad \delta a_3 = \Sigma \,.\, A_1\, n\,(t + l) + \Sigma \,.\, B_1 \int P_1\, ndt \ldots$$

pareille à celle qui donne l'expression (3) de δa_2; et que cette équation (9) appellerait à son tour à en considérer une autre telle que

$$(10) \qquad D.\delta a_3 = d.[\Sigma.A_1 n(t+l)]\ldots,$$

qui serait entièrement analogue à l'équation (4).

» Par conséquent, en traitant, comme cette dernière, l'équation (10), on obtiendrait de nouveau un résultat non moins important que celui qu'enferme l'équation (5), et qui serait représenté par la suivante :

$$D.\delta a_3 = 0.$$

» **11.** Et, comme en poursuivant l'examen successif de toutes les équations (M), que la décomposition de la formule (1) aurait permis d'écrire pour obtenir séparément les valeurs de δa_4, $\delta a_5,\ldots$, l'on rencontrera toujours, les unes à la suite des autres, des équations absolument semblables à la précédente, désignée par (8), et entraînant les mêmes conclusions, on sera fondé à prononcer que « *la variation finie du grand axe » n'admet aucune inégalité vraiment séculaire, à quelque ordre des masses » perturbatrices qu'on pousse l'approximation.* »

» **12.** Nous terminerons cet écrit en présentant deux remarques :

» L'une, c'est qu'on aurait pu donner tout à la fois la démonstration générale du théorème. En appliquant, en effet, à la formule (1) les raisonnements des nos 4 et 5, on arriverait évidemment à poser, pour tous les ordres des masses, l'équation

$$\delta a = \Sigma.An(t+l) + \Sigma.B\int P.ndt;$$

d'où il serait également aisé de déduire, toujours par la même argumentation dont nous avons fait emploi, le résultat essentiel

$$D.\delta a = 0.$$

Si donc nous avons préféré la marche graduée que nous venons de suivre, c'est afin de procéder avec plus de détail et de lenteur dans un tour de démonstration si général dans sa simplicité, et pour rencontrer, dès le second ordre, un résultat à priori qui offrît l'avantage de coïncider immédiatement avec celui que Poisson avait le premier déduit à postériori de sa profonde analyse.

» L'autre remarque a pour but de rappeler, quant à la stabilité du système du monde considérée en général, que l'invariabilité des grands axes et des moyens mouvements, ainsi conclue d'un principe résultant des lois du calcul, est bien l'un des éléments de cette stabilité, mais qu'il est loin de suffire pour constituer la réalité. S'il faut, pour que notre système soit stable, que les grands axes et les mouvements moyens des planètes soient inaltérables, il faut encore en même temps que les excentricités et les inclinaisons des orbites aient été primitivement assez petites, et que les mouvements des planètes s'opèrent tous dans le même sens. Or ces trois dernières conditions sont de véritables *arbitraires* dans la constitution du système, entièrement dépendantes de la condition première de son établissement, et qui sont étrangères, par leur nature et leur origine, à l'analyse qui rend raison de ses mouvements. »

M. **Liebig**, récemment nommé à une place de correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Vallée** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place d'académicien libre vacante par suite de la mort de M. *Pelletier*.

M. Vallée joint à sa demande une liste de ses travaux.

(Renvoi à la future Commission.)

M. **Flourens**, en présentant, au nom des auteurs, les deux premiers volumes du *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle* qui se publie sous la direction de M. Ch. d'Orbigny, donne une idée des principaux points par lesquels cet ouvrage se distingue de ceux qui l'ont précédé.

Ce Dictionnaire, comme on en peut juger par la partie qui a déjà paru, contiendra un très-grand nombre d'articles nouveaux (pour l'ensemble de l'ouvrage on suppose que ce nombre ne sera pas au-dessous de 20000). On y trouvera la définition des principaux termes scientifiques et l'étymologie de tous les noms cités, innovation importante qui doit servir à fixer l'orthographe d'une foule de mots altérés de diverses manières par les auteurs. Les planches dont se compose l'atlas de cet ouvrage se recommandent par une perfection fort supérieure à celle des planches qui accompagnent les dictionnaires précédemment publiés.

Le 1er volume est précédé d'une introduction fort étendue, dans laquelle

M. Charles d'Orbigny a présenté un tableau général, et aussi détaillé que le comportait le plan de l'ouvrage, de l'histoire des sciences naturelles considérées dans l'antiquité, au moyen âge et dans les temps modernes.

M. **Flourens** fait hommage, au nom de l'auteur, M. *Dujardin*, d'un ouvrage non encore publié et qui a pour titre : *Manuel complet de l'Observateur au microscope.*

« Cet ouvrage, entièrement original quant au choix des dessins dont il se compose, et quant à la manière de voir exprimée par ces dessins, est destiné, dit l'auteur, à montrer comment, à l'époque actuelle, et avec les microscopes les plus parfaits, on parvient à voir les détails d'un grand nombre d'objets d'épreuves, ou *test-objects.* C'est en même temps un recueil de matériaux abondants pour servir à l'étude de la structure intime des corps organisés.

» J'ai cherché à démontrer par des figures exactes la vraie constitution des globules ou corpuscules sanguins, qui, dépourvus de membrane extérieure, peuvent s'agglutiner, s'étirer et se déformer de diverses manières sous l'influence des réactifs; j'ai cherché à démontrer que le *nucleus*, appartenant seulement aux globules sanguins des oiseaux et des autres ovipares, n'est autre chose qu'un premier degré d'altération.

» Je crois avoir encore démontré la véritable origine des spermatozoaires ou prétendus animalcules spermatiques. J'ai représenté comment ces dérivés de l'organisme prennent naissance dans l'épaisseur de l'enduit muqueux des tubes séminifères, ou dans des globules muqueux qui s'isolent bientôt, et qu'on a pris faussement pour des vésicules.

» Je prouve aussi que, dans certaines circonstances, les fibres ou lamelles du cristallin sont transversalement ridées ou striées, ce qui est un indice marqué de leur contractilité.

» Des figures indiquant les modifications subies par la substance nerveuse au contact de l'eau démontreront, je l'espère, le peu de fondement de l'opinion qui admet des fibres nerveuses originairement pourvues de renflements (*fibres variqueuses*).

» Un grand nombre de figures sont destinées à démontrer la vraie structure des fibres musculaires, examinées dans toute la série animale, et à divers degrés d'altération.

» Les poils, les écailles et les diverses productions épidermiques sont l'objet d'un grand nombre de dessins : on y verra que les poils à crois-

sance continue des vertébrés sont pourvus d'une enveloppe externe écailleuse, et que l'intérieur en est homogène, fibreux, et quelquefois canaliculé, tandis que les poils à croissance définie sont lacuneux à l'intérieur ou pourvus de cellules aérifères, ainsi que les plumes, dont on apercevra facilement les rapports avec les poils de certains Rongeurs. Quant aux animaux articulés, leurs poils ou écailles sont essentiellement formés d'une vésicule membraneuse aplatie, remplie d'air, et plus ou moins plissée ou striée.

» L'ivoire, les dents, les cils vibratiles des muqueuses, etc., sont également représentés tels qu'on les voit à l'aide d'un excellent microscope.

» J'ai représenté aussi les tissus et organes végétaux, la fibre ligneuse, les vaisseaux, l'amidon, le pollen, etc.

» Dans l'exécution de ces dessins je me suis attaché à figurer les objets tels qu'un œil exercé les voit dans un bon microscope avec des pouvoirs amplifiants de 300 à 400 diamètres. J'ai surtout tenu compte des modifications que produisent dans les apparences le mode d'éclairage, le rapprochement ou l'éloignement de l'objectif: on sait que telle est l'influence de ces diverses circonstances que le même objet peut être jugé vide ou plein, convexe ou concave par des observateurs différents qui n'en tiendraient pas suffisamment compte.

» Plusieurs dessins ont été consacrés à reproduire les diverses apparences que peut présenter ainsi un même objet. »

A l'occasion de cette communication, M. **Arago** rappelle que la forme des objets observés au microscope n'est pas seulement altérée par la fausse position donnée à l'oculaire, mais qu'il existe dans les phénomènes de diffraction une autre source d'illusions qui a été depuis longtemps signalée par le célèbre docteur Thomas Young.

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie plusieurs épreuves daguerriennes obtenues par M. *Bisson fils*, au moyen du bromure associé au chlore, et en supprimant la boîte à l'iode. Chacune de ces épreuves a été obtenue dans un temps très-court (une demi-seconde), ce qui a permis de représenter des choses très-fugitives, le sourire sur un visage d'enfant, la marche d'un convoi funèbre, un concours d'hommes et de voitures traversant le Pont-Neuf. Parmi les images photographiques présentées, quelques-unes sont encore remarquables, soit par leur grandeur, soit par la beauté de l'effet pittoresque.

CHIMIE. — *Sur un nouveau composé d'iode; par* M. **Durand.**

« Dans l'exécution de quelques recherches sur l'iode, j'ai observé la formation d'un produit qui paraît présenter quelques analogies avec les chlorures décolorants, sinon par sa composition atomique, du moins par les circonstances dans lesquelles il se forme, et la manière dont il se comporte avec quelques agents.

» C'est d'abord en versant une solution d'acétate ou d'azotate de plomb dans une liqueur tenant du carbonate de soude, où j'avais fait dissoudre de l'iode, que j'ai obtenu ce composé sous la forme d'un précipité d'un très-beau bleu; mais j'ai trouvé préférable d'agir avec une solution de soude caustique *dans laquelle on vient de faire dissoudre de l'iode.* Selon les proportions respectives de soude et d'iode, le précipité que forment les sels de plomb est de teinte variée. La proportion d'iode est-elle de 1 équivalent pour 1 équivalent de soude, on obtient un précipité d'un rouge violet très-peu stable, et qui, sous l'eau, se décompose spontanément en iode et en une matière pulvérulente d'une belle teinte bleue. Si l'on ajoute, au contraire, à la liqueur alcaline une quantité d'iode trois à quatre fois plus faible, le précipité présente la teinte bleue d'une manière immédiate, et la liqueur surnageante ne renferme alors que très peu d'iode.

» Cette combinaison résiste parfaitement à l'action de l'eau, qui ne lui enlève point d'iode; à celle d'une solution d'acétate de plomb neutre et de sucre, auxquelles elle ne cède point d'oxyde de plomb. Les lavages avec les menstrues pourraient permettre ainsi de l'obtenir à l'état de pureté.

» Mais, en revanche, les acides les plus faibles la décomposent, avec formation d'un sel de plomb et élimination d'iode. C'est ainsi qu'agissent non-seulement les acides sulfurique, azotique, étendus, mais encore l'acide acétique, l'acide carbonique même. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Nouvel antidote du sublimé corrosif; par* M. **L. Mialhe.**

« Je m'empresse de faire connaître à l'Académie qu'il résulte de mes expériences chimiques, que le protosulfure de fer hydraté, corps tout à fait inerte, possède la propriété de décomposer instantanément le sublimé corrosif, en donnant lieu à du protochlorure de fer et à du bisulfure de mercure, c'est-à-dire à deux substances totalement inoffensives; propriété précieuse qui me porte à proclamer le sulfure de fer à l'état d'hy-

drate comme constituant l'antidote par excellence de ce terrible poison.

» Lorsqu'on introduit dans la bouche quelques centigrammes de bichlorure de mercure, on ne tarde pas à avoir cet organe infecté par la saveur métallique insupportable qui le caractérise : eh bien! il suffit alors de se gargariser quelques secondes avec le sulfure ferreux, pour voir disparaître, comme par enchantement, la saveur mercurielle dont il vient d'être question. »

PHYSIOLOGIE. — *Coup d'œil sur l'absorption animale; par* M. **L. Mialhe.**

« Tous les corps accessibles au phénomène de l'absorption, c'est-à-dire tous ceux qui sont liquides ou gazeux, ou qui peuvent le devenir par suite de réactions chimiques opérées dans le sein de nos organes, peuvent être rangés en deux grandes classes :

» La *première classe* se compose de toutes les substances non susceptibles de former une combinaison insoluble avec les éléments albumineux du sang; tels sont : les oxydes alcalins, leurs carbonates et plusieurs de leurs autres composés salins, les combinaisons oxygénées de l'arsenic et de l'antimoine, l'acide cyanhydrique, l'acide carbonique, l'ammoniaque, tous les gaz neutres, presque tous les acides végétaux, toutes les bases organiques, la plupart des matières colorantes et odorantes.

» La *deuxième classe* renferme toutes les substances pouvant former un composé insoluble avec les éléments albumineux du sang; tels sont : la plupart des acides inorganiques, un très-grand nombre de sels métalliques, tels que ceux de fer, de cuivre, de plomb, de mercure, d'argent, le tannin, la créosote, etc.

» Les corps faisant partie de la première classe agissent immédiatement sur le système nerveux; aussi voyons-nous y figurer les médicaments les plus promptement efficaces, comme aussi les agents toxiques les plus promptement mortels.

» Les matières composant la seconde classe n'agissent jamais directement, ou, pour mieux dire, instantanément sur le système nerveux; leur action, presque toujours médiate, se fait d'autant plus attendre que le composé albumineux qu'elles produisent d'abord est moins accessible à l'action décomposante de l'oxyde de sodium et des chlorures alcalins que nos humeurs renferment.

» Les corps chimiques compris dans la première série arrivent avec une promptitude remarquable dans les voies urinaires, tandis que ceux rangés dans la seconde ne s'y rencontrent que beaucoup plus tard, c'est-à-dire

après seulement que la combinaison albumineuse dont ils faisaient partie a été plus ou moins décomposée.

» Les principes généraux que je viens d'exposer une fois connus, l'explication d'une foule d'anomalies relatives à l'absorption et au passage des différentes matières chimiques dans les urines devient on ne peut plus facile à donner. Veut-on savoir, par exemple, pourquoi les acides sulfurique, azotique, chlorhydrique, etc., sont lentement absorbés; pourquoi ils passent si tardivement dans les urines, tandis que les acides de l'arsenic, ceux de l'antimoine, l'acide cyanhydrique, le plus grand nombre des acides organiques, le sont avec tant de facilité? pourquoi ils arrivent si promptement dans les urines? C'est que les premiers de ces corps, comme il a déjà été dit, forment, avec les éléments de la plasticité organique, un composé chimique plus ou moins difficile à détruire, tandis que les seconds sont inhabiles à produire une combinaison analogue. »

CHIMIE. — *Sur la composition de l'acide phosphorique et des phosphates, et réponse à la Note insérée dans le* Compte rendu, *page* 229; *par* M. LONGCHAMP. (Extrait par l'auteur.)

« On trouve dans le *Compte rendu,* tome XV, page 229, une Note de M. Malaguti sur le travail que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, et qui a pour but la composition des phosphates. C'est une seule expérience sur un seul phosphate qui fait l'unique base de la critique. Pour moi, ce n'est pas seulement le phosphate de soude que j'ai examiné, mais encore les phosphates de potasse, d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, de baryte, de cuivre, et de plomb. J'ai produit chacun de ces phosphates par deux ou trois modes différents, et j'ai fait l'analyse de chacun d'eux par plusieurs moyens. Chaque analyse a été répétée deux fois, ce qui donne, par exemple, pour le seul phosphate de soude, un total de onze analyses. Tous ces résultats sont consignés dans le travail lu à l'Académie en 1823 et paraphé par M. Cuvier.

» Le résultat consigné page 230 paraîtra sans doute étrange aux chimistes lorsqu'ils le rapprocheront de ceux que j'ai obtenus en 1823. $5^{gr},012$ de phosphate de soude cristallisé, décomposés par l'acétate de plomb, ont donné $3^{gr},895$ de phosphate de plomb; par conséquent 100 eussent donné $77^{gr},51$. Or 6 grammes de phosphate de soude, décomposés par le nitrate de plomb, m'ont donné $8^{gr},654$ de phosphate de plomb desséché au degré de chaleur du plomb fondant, et la même quantité de phosphate de soude,

décomposée par le chlorure de plomb, m'a donné $7^{gr},92$ pour moyenne de deux expériences; ce qui donne, pour 100 grammes de phosphate de soude décomposés par le nitrate de plomb, 144,23, et par le chlorure de plomb, 132. Ces deux nombres ne sont pas très-concordants, mais l'un comme l'autre sont bien éloignés de 77,51, obtenus par M. Malaguti.

» Il y a encore une autre remarque à faire sur les résultats de M. Malaguti. Par l'acétate de plomb on a obtenu un phosphate de plomb rigoureusement composé comme celui qui résulte de la décomposition réciproque du phosphate de soude et de l'acétate plombique employés dans les proportions indiquées par les tables de M. Berzélius; et moi je forme un sous-phosphate en composant le phosphate de soude par le nitrate de plomb. Voici sa composition, en admettant PO^5:

Acide phosphorique..	18,12	oxygène..	9,1487,
Oxyde de plomb.....	126,11	oxygène..	9,0500,
	144,23		

» On voit que c'est là un rapport aussi exact qu'on puisse l'attendre d'un précipité produit par un sel de plomb; car si, au lieu de 144,23, j'eusse eu 145,77, le rapport entre l'oxigène de l'acide et celui de la base eût été parfaitement exact, et j'aurais probablement eu 145 ou 146 si le phosphate, au lieu d'être desséché au degré de chaleur du plomb fondant, n'eût été soumis qu'à une chaleur un peu moins élevée. Tel qu'il est, on pourrait croire que, pour satisfaire mes vues théoriques, j'ai arrangé les chiffres, s'ils n'étaient consignés dans un Mémoire qui a dix-neuf ans de date, et qui a été rédigé à une époque où je n'étais influencé par aucun système qui me fût propre. Au surplus, j'attache si peu d'importance à ce résultat, que je ne l'ai point consigné dans le travail que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie dans sa séance du 11 juillet; car si, au lieu de faire dessécher le phosphate de plomb au degré de chaleur du plomb fondant, on le chauffe au rouge blanc, les 8,654 obtenus par le nitrate de plomb sont réduits à 8,07, et les 7,92 obtenus par le chlorure se trouvent réduits à 7,73. Alors on conçoit que je n'aie plus le rapport ci-dessus qui cadrait avec mon hypothèse; mais le résultat par le chlorure, qui devient 128,83, au lieu de 136,52 qu'exigeraient les proportions admises, prouve évidemment que le phosphate de plomb produit par double décomposition ne peut être invoqué pour justifier ou détruire aucune hypothèse.

» Malgré l'opinion de M. Malaguti et le résultat qu'il présente de la dé-

composition du phosphate de soude par l'acétate de plomb, je maintiens que, dans les phosphates, l'oxigène de l'acide est seulement deux fois celui de la base, et non deux fois et demie. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les rapports qui existent entre la constitution des corps et leurs formes cristallines, sur l'isoméromorphisme et sur l'hémimorphisme; par* M. A. LAURENT.

« Dans un Mémoire que j'ai présenté à l'Académie, il y a un an, j'ai soulevé la question suivante :

« Je suppose qu'un corps $C^xH\ldots HH$, traité d'abord par le chlore, puis » par le brome, donne le composé suivant : $C^xH\ldots BrCl$, qu'arrivera-t-il si » on le traite d'abord par le brome, puis par le chlore? Le nouveau com» posé sera-t-il isomère ou identique avec le précédent? et, dans le cas où » il serait isomère, serait-il de plus isomorphe avec lui? »

» Depuis longtemps j'ai avancé que lorsque le chlore et le brome entrent dans une combinaison, après en avoir chassé leur équivalent d'hydrogène, ils prennent exactement la place que celui-ci occupait dans la combinaison, et j'en ai conclu que les deux composés, le primitif et le secondaire, devaient être isomorphes.

» Si cette proposition est vraie, en traitant le composé $C^xH\ldots HH$ par le chlore, puis par le brome, on devra obtenir

(A) $C^xH\ldots BrCl$;

et si l'on renverse l'action, il se formera

(B) $C^xH\ldots ClBr$,

c'est-à-dire que les composés A et B devront être à la fois isomères et isomorphes.

» Dans mon dernier Mémoire sur le naphtum, j'ai fait connaître un composé que j'ai nommé chloribronaphtose, et dont la formule est $C^{40}H^3Br^4Cl^4$; il a été obtenu en traitant le naphtum d'abord par le chlore, puis par le brome; en renversant l'action, je viens de découvrir un nouveau composé, le bromi-chlonaphtose, dont la formule est $C^{40}H^3Cl^4Br^4$: il est donc isomère avec le précédent, mais de plus il possède la même forme. L'un et l'autre cristallisent en prismes obliques à base oblique. Dans le premier, les faces sont inclinées l'une sur l'autre de 101°,30, 102°,50 et 101°,15; dans le second, les angles sont de 102°,10, 103°,00 et 101°,20.

» Je citerai encore un exemple.

» Le chloribronaphtose (A), dont la formule $= C^{40}H^8Br^2Cl^6$, cristallise en prismes à 6 pans, mous comme de la cire; ses angles sont de quatre fois 117°,30 et deux fois 125°.

» Dans le bromachlonaphtose (A), dont la formule $= C^{40}H^8Cl^6Br^2$, les angles des cristaux, qui sont aussi mous comme de la cire, sont de quatre fois 119° et de deux fois 122°.

» J'appelle *isomérimorphes* les corps qui ont ainsi et la même forme et la même composition.

» Avant de publier que le chlore, le brome, l'acide hypoazotique, etc., peuvent remplacer l'hydrogène d'une combinaison sans changer la forme de celle-ci, j'ai été longtemps retenu par une singulière anomalie que présentent les chlorures de naphtum et de chlonaphtase. La constitution de ces deux corps est la même, $C^{40}H^{16} + Cl^8$ et $C^{40}H^{14}Cl^2 + Cl^8$; cependant leurs formes sont différentes. Le premier cristallise en prismes obliques à base rhombe, et le second en prismes droits à base rhombe. Il suffit de dire que deux cristaux appartiennent à deux systèmes différents, pour qu'à l'instant même l'on en conclue qu'ils ne peuvent pas être isomorphes. Je m'expose donc à soulever des réclamations générales, en avançant que les deux chlorures précédents sont isomorphes.

» Au point de vue chimique, je pense que la barrière élevée entre les divers systèmes cristallins doit être renversée. Supposons en effet que, dans un corps hydrogéné, les atomes soient groupés suivant un cube, que chaque face de celui-ci porte un atome d'hydrogène. Si l'on remplace 2 atomes d'hydrogène (opposés) par 2 atomes de chlore, ceux-ci pourront élever ou déprimer légèrement le cube dans un sens, et l'on aura un prisme à base carrée peu différent du cube. Si l'on remplace 4 atomes d'hydrogène par 4 atomes de chlore, on obtiendra un prisme à base rectangulaire peu différent du prisme à base carrée ou du cube. Enfin si l'on remplace les 6 atomes d'hydrogène par 6 atomes de chlore, la symétrie première sera rétablie, et l'on aura un nouveau cube un peu plus grand ou un peu plus petit que le premier; mais la disposition générale des atomes sera la même dans le premier cube, le prisme à base carrée, le prisme rectangulaire et le second cube. On pourra dire que ces quatre composés sont isomorphes, s'il y a peu de différence entre la longueur de leurs axes.

» Voici la forme des deux chlorures :

» Celui de naphtum cristallise en prisme oblique à base rhombe : les pans sont inclinés l'un sur l'autre de 109°;

» Celui de chlonaphtase cristallise en prisme droit à base rhombe : l'inclinaison des pans = 109°,45.

» La base du premier est inclinée sur les plans de 108°,30 ;

» La base du second est remplacée par deux faces qui sont inclinées de 111°,25 sur les pans. Le premier porte diverses facettes, qui font avec la base ou avec les pans des angles de 121°,40, 129°,50, 113°, 147° ; dans le second les facettes forment des angles de 120°, 129°,30, 115°,55, 148°,35.

» Cependant on ne peut pas dire que les deux corps sont absolument isomorphes. Il y a plusieurs choses qui sont communes ; aussi je proposerai le nom d'*hémisomorphisme* pour désigner la demi-similitude de forme qui existe entre deux composés.

» Il est encore un fait très-remarquable à signaler dans les cristaux du chlorure de chlonaphtase : cristallisé dans l'éther, il a la forme que j'ai indiquée plus haut ; mais, dans l'alcool, il donne des cristaux qui sont isomorphes avec le chlorure de naphtum. La petitesse des cristaux ne m'a pas permis de voir si, malgré la différence de système, les angles sont absolument égaux à ceux de cristaux droits formés dans l'éther.

» Le chlorure de chlonaphtase, dans un cas, est isomorphe avec le chlorure de naphtum, et, dans l'autre cas, hémimorphe avec le chlorure et avec sa seconde variété.

» Je terminerai cette lettre en rappelant que j'ai annoncé, il y a quelques mois, que j'avais découvert un nouveau système cristallin. Quelques cristallographes, tout en avouant que le cas que j'avais cité était nouveau, ont prétendu qu'il rentrait dans le sixième type cristallin, le prisme oblique à base oblique : voici l'opinion de M. Nauman, opinion que j'extrais de son *Traité de Cristallographie*, publié en 1826. Après avoir montré que la nature a épuisé toutes les manières de combiner trois axes perpendiculaires, il fait remarquer qu'il existe une lacune dans la combinaison des axes inclinés, et, supposant qu'un jour cette lacune sera comblée, il donne des formules pour calculer les formes dérivées de ce système, qu'il propose de nommer diklinométrique ou klinorhombique. Il ajoute même qu'il est très-probable que le feldspath orthose devra être rangé dans ce système. »

M. Petit, de Maurienne, demande l'ouverture d'un paquet cacheté déposé par lui au mois d'avril 1831.

Ce paquet, ouvert en séance, renferme l'histoire d'un cas d'aliénation mentale traité par M. Petit, de Maurienne, et suivi de guérison.

M. **Oswald Turner** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

A cinq heures un quart l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie présente, par l'organe de M. **Mathieu**, la liste suivante de candidats pour une des places de correspondant vacantes dans son sein :

1°. M. Petit, à Toulouse;
2°. M. Bravais, à Lyon.

Les titres de ces candidats sont discutés; l'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à cinq heures trois quarts. F.

ERRATA. (Séance du 8 août.)

Dans le Mémoire de M. Jacobi, p. 236 et suiv., on a représenté par une même lettre majuscule U deux espèces différentes de quantités; celles qui se rapportent aux simples angles auraient dû être représentées par la majuscule V.

Pages.	Lignes.	Fautes.	Corrections.
258,	30,	qu'il n'y a	et qu'il n'y a
260,	17,	$\int_1^{2\pi}$	$\int_0^{2\pi}$
264,	2,	$\cos_2\varpi$	$\cos 2\varpi$
ibid.,	15,	$f(s,s)$	$f(s,s')$
266,	11,	r^{k+1}	r'^{k+1}
ibid.,	dernière,	$e^{\psi\sqrt{-1}}$	$e^{v\sqrt{-1}}$

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 6.

Éléments de Technologie, ou *Description des procédés des Arts et de l'économie domestique, pour préparer, façonner et finir les objets à l'usage de l'homme; ouvrage destiné à l'instruction de la jeunesse; par* M. FRANCOEUR; seconde édit., corrigée et augmentée; 1842; in-8°.

Cours d'Artillerie fait à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie (*partie théorique*); *par* M. PIOBERT, capitaine d'artillerie; *rédigée d'après les cahiers et les leçons du professeur, en* 1835, *par* MM. DIDION *et* DE SAULCY, capitaines d'artillerie. Lithographie de l'École d'application de l'Artillerie et du Génie; avril 1841; in-4°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle, sous la direction de M. CH. D'ORBIGNY; tomes I et II; in-8°, avec planches in-8°.

Notice sur le docteur Double, publiée dans le *Journal de Médecine et de Chirurgie de Toulouse, par* M. GAUSSAIL; Toulouse, 1842; in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. Bulletin des séances; par M. SOULANGE-BODIN; tome II, n° 14; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; novembre et décembre 1841; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; juin 1842; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; août 1841; in-8°.

L'Investigateur, journal de l'Institut historique; juillet 1842; in-8°.

Observations faites sur l'éclipse de Soleil du 8 juillet 1842; *par* M. FLAUGERGUES. (Extrait du *Bulletin de la Société des Sciences du département du Var;* 16e année, nos 1 et 2.) In-8°.

Rapport sur l'exposition vernale d'Horticulture du 8 mai 1842; *par* M. DE MYON, vice-président de la Société centrale d'Agriculture de Nancy; in-8°.

Encyclographie médicale; par M. LARTIGUE; 1re année; tome I; 4e liv.; in-8°.

Moyen de produire le fer à moitié du prix actuel; par MM. DE PRÉCORBIN *et* LEGRIS; *XIVe autographie;* in-8°.

De Convolvulaceis Dissertatio tertia; auctore CHOISY; Genève, 1841; in-4°.

Prodromus generum specierumque phycearum novarum, in itinere ad polum antarcticum, regis Ludovici Philippi jussu, ab illustri DUMONT-D'URVILLE *peracto, collectarum, notis diagnosticis tantum huc evulgatarum; auctore* C. MONTAGNE; in-8°.

Adress to... *Discours prononcé à la séance annuelle de la Société royale géographique de Londres, par son président,* M. W.-R. HAMILTON, le 23 mai 1842.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 456; in-4°.

Astronomische... *Observations astronomiques faites à l'Observatoire royal de Munich, par* M. J. SOLDNER; parties 1, 2, 3, 4 et 5, in-4°, contenant les observations faites avec le cercle méridien (des derniers jours de 1819 jusqu'en 1827).

Observationes astronomicæ in specula regia Monachiensi institutæ, et regio jussu editæ a J. LAMONT; vol. VI, VIII, IX, seu novæ serici vol. I, III, IV; vol. III et IV, in-4° (contenant les observations de 1828, 1829, 1830, et celles de 1833 et de 1834); Munich.

Abhandlungen... *Mémoires de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Académie royale de Bavière;* III^e^ vol.; 2^e^ partie; in-4°; Munich, 1841.

Abhandlungen... *Mémoires de la Classe des Sciences philosophiques et philologiques de l'Académie royale de Bavière;* III^e^ vol., 2^e^ partie; Munich, 1841; in-4°.

Rede... *Éloge historique du docteur Ignace Dollinger, prononcé le jour de la fête de S. M. le roi de Bavière, dans la séance publique de l'Académie royale; par* M. P.-F. DE WALTHER, membre de la Classe des Sciences physiques et mathématiques; in-4°.

Die kartoffel... *De l'épidémie des pommes de terre qui a régné l'an passé, ou de la gangrène sèche et de la gale des pommes de terre; par* M. MARTIUS; Munich, 1842; in-4°.

Ueber die... *Sur l'observatoire magnétique de Munich; par* M. LAMONT; Munich, 1841; in-4°.

Gelehrte... *Communications scientifiques faites par les membres de l'Académie royale des Sciences de Bavière;* vol. XII et XIII; 1^er^ et 2^e^ semestre 1841; in-4°.

Uebersicht... *Coup d'œil sur les travaux de la Société Silésienne d'Agronomie nationale;* Breslau, 1842; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 33.
Gazette des Hôpitaux; n^{os} 95 à 97.
L'Expérience; n° 267.
L'Écho du Monde savant; n^{os} 11 et 12.
L'Examinateur médical; n° 19.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AOUT 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination rigoureuse des termes séculaires dans le nouveau développement de la fonction perturbatrice; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Comme je l'ai remarqué dans la séance précédente, si le coefficient variable de l'une des transcendantes que renferme le nouveau développement de la fonction perturbatrice est développé à son tour, suivant les puissances entières, positives nulles ou négatives, des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes relatives aux deux planètes que l'on considère, on obtiendra une double série de termes, l'un séculaire, c'est-à-dire indépendant des exponentielles, les autres périodiques; et le terme séculaire pourra être exprimé par une fonction finie des éléments des orbites. Il importait d'obtenir cette fonction finie sous une forme simple et à l'aide d'opérations qui ne fussent pas trop compliquées. Tel est le but que je me suis proposé dans ce nouveau Mémoire. Les formules auxquelles je parviens me paraissent dignes de fixer un moment l'attention des géomètres, en raison de leur concision et de leur élégance. La méthode par laquelle je les établis est facile à saisir. Elle consiste à exprimer

chaque terme séculaire par une intégrale définie double, dans laquelle les deux variables sont les deux angles qui représentent l'anomalie excentrique de la planète la plus voisine du Soleil et la longitude de la planète la plus éloignée. On calcule aisément la valeur de cette intégrale double, parce que la fonction sous le signe $\int$ se réduit à une fonction entière des cosinus des deux angles variables, et l'on se trouve ainsi conduit à une proposition remarquable dont voici l'énoncé.

» *Théorème.* Dans le nouveau développement de la fonction perturbatrice, chaque terme séculaire est le produit de deux facteurs représentés l'un par une transcendante qui dépend uniquement du rapport entre les grands axes des orbites des deux planètes que l'on considère, l'autre par le rapport qui existe entre une certaine fonction rationnelle des deux excentricités et le petit axe de l'orbite la plus étendue, la fonction rationnelle des deux excentricités étant d'ailleurs variable avec les angles qui déterminent les directions des plans des deux orbites. Seulement il arrive quelquefois qu'un terme séculaire se décompose en deux parties, dont l'une est de la forme indiquée, tandis que l'autre se réduit à une fonction du rapport entre les grands axes, divisée par le grand axe de l'orbite la plus étendue.

ANALYSE.

» Soient m, m' les masses de deux planètes,
r, r' leurs distances au Soleil,
v la distance effective entre les deux planètes,
δ leur distance apparente, vue du centre du Soleil,
R la fonction perturbatrice, relative à la planète m.

On aura

$$\text{(1)} \qquad R = \frac{m' r \cos \delta}{r'^2} - \frac{m'}{v} + \text{etc.}\ldots,$$

et si, en nommant

$$T, T'$$

les anomalies moyennes, on développe les deux rapports

$$\frac{r \cos \delta}{r'^2}, \quad \frac{1}{v},$$

suivant les puissances entières, positives nulles ou négatives, des exponentielles trigonométriques

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

le second des deux développements sera le seul qui offre des termes séculaires, c'est-à-dire indépendants des deux exponentielles. On aura d'ailleurs, comme je l'ai remarqué dans la séance du 8 août,

$$(2) \qquad \frac{1}{\text{r}} = \sum_{l=0}^{l=\infty} \Theta_{0,l}\, \mathrm{P}_{0,l} + 2 \sum_{l=0}^{l=\infty} \sum_{k=1}^{k=\infty} \Theta_{k,l}\, \mathrm{P}_{k,l},$$

les valeurs des quantités $\Theta_{k,l}$, $\mathrm{P}_{k,l}$, étant données par les formules

$$(3)\ \Theta_{k,l} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(1 - e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{(k+l)v\sqrt{-1}}\, dv,$$

$$(4) \qquad \mathrm{P}_{k,l} = \left[\frac{1}{2}\right]_l \frac{r^k}{r'^{k+1}} \left(\frac{r^2}{r'^2} - \frac{a^2}{a'^2}\right)^l \cos k\delta,$$

et les valeurs des quantités θ, $[k]_l$ par les formules

$$\theta = \frac{a}{a'}, \qquad [k]_l = \frac{k(k+1)\ldots(k+l-1)}{1.2.3\ldots l},$$

dont la seconde donne

$$\left[\frac{1}{2}\right]_l = \frac{1.3\ldots(2l-1)}{2.4\ldots 2l}.$$

Cela posé, pour obtenir la partie séculaire de $\frac{1}{\text{r}}$ et par suite celles de $\frac{m'}{\text{r}}$ et de R, il suffira de chercher la partie séculaire de la fonction $\mathrm{P}_{k,l}$. Cette partie séculaire sera

$$(5) \qquad \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \mathrm{P}_{k,l}\, dT\, dT'.$$

D'autre part, si l'on nomme

ε, ε' les excentricités des deux orbites,
ϖ, ϖ' les longitudes des périhélies,
p, p' les longitudes des deux planètes,
p, p' les distances apparentes de ces mêmes planètes à leurs périhélies,

et

ψ, ψ' les anomalies excentriques, on aura, non-seulement

$$\mathrm{p} = p - \varpi, \qquad \mathrm{p}' = p' - \varpi,$$

et

$$\psi - \varepsilon \sin \psi = T, \quad \psi' - \varepsilon \sin \psi' = T',$$

mais encore

$$\frac{r}{a} = 1 - \varepsilon \cos \psi = \frac{1 - \varepsilon^2}{1 + \varepsilon \cos \mathrm{p}}, \quad \frac{r'}{a'} = 1 - \varepsilon' \cos \psi' = \frac{1 - \varepsilon'^2}{1 + \varepsilon' \cos \mathrm{p}'},$$

et par suite

$$dT = \frac{r}{a}\, d\psi = \frac{\left(\frac{r}{a}\right)^2}{\sqrt{1 - \varepsilon^2}}\, d\mathrm{p}, \quad d\,T' = \frac{r'}{a'}\, d\psi' = \frac{\left(\frac{r'}{a'}\right)^2}{\sqrt{1 - \varepsilon'^2}}\, d\mathrm{p}'.$$

Comme d'ailleurs on tirera de l'équation (4)

$$\mathrm{P}_{k,\,l} = [\tfrac{1}{2}]_l \frac{\theta^{k+2l}}{a'} \left(\frac{r}{a}\right)^k \left(\frac{a'}{r'}\right)^{k+1} \left(\frac{r^2}{a^2}\frac{a'^2}{r'^2} - 1\right)^l \cos k\delta,$$

l'intégrale (5) pourra être réduite au produit

$$(6)\; [\tfrac{1}{2}]_l \frac{\theta^{k+2l}}{a' \sqrt{1 - \varepsilon'^2}} \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi}\!\!\int_0^{2\pi} \left(\frac{r}{a}\right)^{k+1} \left(\frac{a'}{r'}\right)^{k-1} \left(\frac{r^2}{a^2}\frac{a'^2}{r'^2} - 1\right)^l \cos k\delta\, d\psi\, d\mathrm{p}',$$

les valeurs de $\frac{r}{a}$ et de $\frac{a'}{r'}$ étant données par les formules

$$(7) \qquad \frac{r}{a} = 1 - \varepsilon \cos \psi, \quad \frac{a'}{r'} = \frac{1 + \varepsilon' \cos p'}{1 - \varepsilon'^2}.$$

En conséquence, la forme générale des termes séculaires compris dans le développement de $\frac{1}{r}$ sera

$$(8) \qquad [\tfrac{1}{2}]_l \frac{\theta^{k+2l}}{a' \sqrt{1 - \varepsilon'^2}}\, \Theta_{k,\,l}\, \mathrm{s}_{k,\,l},$$

la valeur de $\mathrm{s}_{k,\,l}$ étant

$$(9) \quad \mathrm{s}_{k,\,l} = \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi}\!\!\int_0^{2\pi} \left(\frac{r}{a}\right)^{k+1} \left(\frac{a'}{r'}\right)^{k-1} \left(\frac{r^2}{a^2}\frac{a'^2}{r'^2} - 1\right)^l \cos k\delta\, d\psi\, d\mathrm{p}'.$$

» Il reste à déterminer la valeur de l'intégrale définie $s_{k,1}$, ce qu'on ne peut faire qu'après avoir exprimé le facteur $\cos k\delta$ en fonction des angles ψ et p'. Or, si l'on nomme I l'inclinaison mutuelle des deux orbites, et Π, Π' les distances apparentes de leur ligne d'intersection aux deux périhélies, ou plutôt les différences de longitude entre cette ligne et les périhélies, les deux binômes

$$p - \Pi, \quad p' - \Pi'$$

représenteront, au signe près, les angles formés par les rayons vecteurs r, r', avec la ligne dont il s'agit, et l'on aura, d'après un théorème connu de trigonométrie sphérique,

$$(10)\quad \cos\delta = \cos(p-\Pi)\cos(p'-\Pi') + \cos I \sin(p-\Pi)\sin(p'-\Pi'),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(11)\quad \cos\delta = (\mathcal{A}\cos p' + \mathcal{B}\sin p')\cos p + (\mathcal{C}\cos p' + \mathcal{D}\sin p')\sin p,$$

les valeurs de $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$, $\mathcal{D}$, étant

$$\mathcal{A} = \cos\Pi\cos\Pi' + \cos I\sin\Pi\sin\Pi', \quad \mathcal{C} = \sin\Pi\cos\Pi' - \cos I\cos\Pi\sin\Pi',$$
$$\mathcal{B} = \cos\Pi\sin\Pi' - \cos I\sin\Pi\cos\Pi', \quad \mathcal{D} = \sin\Pi\sin\Pi' + \cos I\cos\Pi\cos\Pi'.$$

On pourra d'ailleurs éliminer l'angle p de la formule (11), à l'aide de l'équation

$$1 - \varepsilon\cos\psi = \frac{1-\varepsilon^2}{1+\varepsilon\cos p},$$

de laquelle on conclura

$$\cos p = \frac{\cos\psi - \varepsilon}{1 - \varepsilon\cos\psi}, \quad \sin p = (1-\varepsilon^2)^{\frac{1}{2}}\frac{\sin\psi}{1-\varepsilon\cos\psi},$$

et par suite

$$(12)\quad \frac{r}{a}\cos p = \cos\psi - \varepsilon, \quad \frac{r}{a}\sin p = (1-\varepsilon^2)^{\frac{1}{2}}\sin\psi.$$

On tirera en effet de la formule (11), jointe aux équations (12),

$$(13)\quad \frac{r}{a}\cos\delta = (\mathcal{A}\cos p' + \mathcal{B}\sin p')(\cos\psi - \varepsilon) + (\mathcal{C}\cos p' + \mathcal{D}\sin p')(1-\varepsilon^2)^{\frac{1}{2}}\sin\psi.$$

La valeur du produit

$$\frac{r}{a}\cos\delta$$

étant ainsi exprimée en fonction des angles ψ et p', il sera facile d'exprimer de la même manière la valeur du produit

$$\left(\frac{r}{a}\right)^k \cos k\delta.$$

On aura effectivement, d'après une formule connue,

$$(14)\quad \begin{cases} \cos k\delta = \\ 2^{k-1}\left[\cos^k\delta - \frac{k}{4}\cos^{k-2}\delta + \frac{k}{4^2}\frac{k-3}{2}\cos^{k-4}\delta - \frac{k}{4^3}\frac{(k-4)(k-5)}{2.3}\cos^{k-6}\delta + \ldots\right], \end{cases}$$

et de cette dernière formule, jointe à l'équation (13), il résulte que le produit

$$\left(\frac{r}{a}\right)^k \cos k\delta$$

sera une fonction entière des sinus et cosinus des angles ψ et p'. Donc par suite, eu égard aux formules (7), la fonction sous le signe $\int$, dans l'intégrale représentée par $s_{k,l}$ [voir la formule (9)], sera, pour des valeurs positives du nombre entier k, une fonction entière des sinus et des cosinus des angles ψ et p', et pourra même être réduite à une fonction entière de

$$\cos^2\psi,\quad \cos^2 p',$$

attendu que les intégrales de la forme

$$\int_0^{2\pi}\cos^k\psi\,\sin^l\psi\,d\psi,\quad \int_0^{2\pi}\cos^k p'\,\sin^l p'\,dp',$$

s'évanouissent pour des valeurs impaires de k ou de l, et qu'une puissance paire du sinus d'un angle équivaut à une fonction paire et entière du cosinus. Ajoutons qu'après la réduction dont il s'agit, on tirera aisément la vavaleur de $s_{k,l}$ de l'équation (9) combinée avec la formule

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\cos^{2n}\psi\,d\psi = \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots 2n} = \left[\tfrac{1}{2}\right]_n,$$

et que cette valeur de $s_{k,l}$ sera évidemment une fonction rationnelle de $\varepsilon, \varepsilon'$. Il y a plus : le seul diviseur dépendant des excentricités, dans cette fonction rationnelle, sera celui qui s'y trouve introduit par le facteur

$$\left(\frac{a'}{r'}\right)^{k+2l-1},$$

c'est-à-dire la quantité

$$(1-\varepsilon'^2)^{k+2l-1}.$$

Donc l'intégrale $s_{k,l}$ pourra être généralement représentée par une fraction qui aura pour dénominateur

$$(1-\varepsilon'^2)^{k+2l-1},$$

le numérateur étant une fonction entière des deux excentricités ε, ε' et des sinus et cosinus des trois angles

$$\Pi,\ \Pi',\ \mathrm{I}.$$

Il suffira d'ailleurs de multiplier cette fraction par la quantité

$$\left[\frac{1}{2}\right]_l \theta^{k+2l}\,\Theta_{k,l}$$

qui dépend uniquement du rapport θ entre les grands axes des orbites des deux planètes, puis de diviser le produit ainsi formé par la quantité

$$a'\sqrt{1-\varepsilon'^2},$$

qui représente la moitié du petit axe de l'orbite la plus étendue, pour obtenir l'expression (8), c'est-à-dire un terme séculaire quelconque du développement de $\frac{1}{v}$. En multipliant ce terme séculaire par $-m'$, on obtiendra le terme séculaire correspondant qui entrera dans le développement de la fonction perturbatrice, et qui, dans l'hypothèse admise, c'est-à-dire pour des valeurs positives de k, sera précisément de la forme indiquée par le théorème énoncé dans le préambule de ce Mémoire.

» Concevons maintenant que l'on pose, pour abréger,

$$e^{\text{p}\sqrt{-1}}=s, \qquad e^{\text{p}'\sqrt{-1}}=\varsigma.$$

Les équations (7) et (13) donneront

$$(15)\qquad \frac{r}{a} = 1 - \frac{\varepsilon}{2}\left(s + \frac{1}{s}\right), \quad \frac{a'}{r'} = (1 - \varepsilon'^2)^{-1}\left[1 + \frac{\varepsilon'}{2}\left(\varsigma + \frac{1}{\varsigma}\right)\right],$$

$$(16)\qquad \frac{r}{a}\cos\delta =$$

$$\frac{1}{4}\left[(\cos\Pi + \cos I\sin\Pi\sqrt{-1})\,\varsigma e^{-\Pi'\sqrt{-1}} + (\cos\Pi - \cos I\sin\Pi\sqrt{-1})\frac{1}{\varsigma}e^{\Pi'\sqrt{-1}}\right]\left(s + \frac{1}{s} - 2\varepsilon\right)$$

$$-\frac{1}{4}\left[(\sin\Pi - \cos I\cos\Pi\sqrt{-1})\,\varsigma e^{-\Pi'\sqrt{-1}} + (\sin\Pi + \cos I\cos\Pi\sqrt{-1})\frac{1}{\varsigma}e^{\Pi'\sqrt{-1}}\right](1 - \varepsilon^2)^{\frac{1}{2}}\left(s - \frac{1}{s}\right)\sqrt{-1}.$$

En vertu de ces équations, jointes à la formule (14), la fonction sous le signe $\int$ dans l'intégrale (9) deviendra une fonction rationnelle des variables s et ς, et même, si k n'est pas nul, une fonction entière des quantités

$$s, \ \frac{1}{s}, \ \varsigma, \ \frac{1}{\varsigma},$$

qui sera du degré $k + 2l + 1$ par rapport à $\frac{1}{s}$, et du degré $k + 2l - 1$ par rapport à $\frac{1}{\varsigma}$. Si l'on désigne par $f(s, \varsigma)$ cette fonction, c'est-à-dire si l'on pose

$$(17)\qquad f(s, \varsigma) = \left(\frac{r}{a}\right)^{k+1}\left(\frac{a'}{r'}\right)^{k-1}\left(\frac{r^2}{a^2}\frac{a'^2}{r'^2} - 1\right)^l \cos k\delta,$$

la formule (9) donnera, pour une valeur positive de k,

$$(18)\qquad \mathrm{s}_{k,l} = \mathcal{E}\mathcal{E}\frac{f(s,\varsigma)}{((s\varsigma))}.$$

Le double résidu qui comprend le second membre de la formule (18) n'est autre chose que la valeur de l'expression

$$(19)\qquad \frac{D_s^{k+2l+1} D_\varsigma^{k+2l-1}\left[s^{k+2l+1}\varsigma^{k+2l-1} f(s,\varsigma)\right]}{1.2..(k+2l+1) \times 1.2..(k+2l-1)}$$

correspondante à des valeurs nulles de s et de ς.

» Considérons à présent le cas particulier où l'on a $k = 0$. Dans ce cas particulier, eu egard à la seconde des formules (15), la valeur de $f(s,\varsigma)$,

déterminée par l'équation (17), cesse d'être une fonction entière des quantités

$$\varsigma \text{ et } \frac{1}{\varsigma},$$

puisqu'elle renferme comme diviseur le binôme

$$1 + \frac{\varepsilon'}{2}\left(\varsigma + \frac{1}{\varsigma}\right).$$

Mais la formule (9), réduite à

$$(20) \qquad \mathcal{S}_{0,l} = \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{rr'}{aa'}\left(\frac{r^2}{a^2}\frac{a'^2}{r'^2} - 1\right)^l d\psi\, dp',$$

et combinée avec les formules

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{r}{a}\, d\psi = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} (1 - \varepsilon\cos\psi)\, d\psi = 1,$$

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{r'}{a'}\, dp' = \frac{(1-\varepsilon'^2)^{\frac{1}{2}}}{2\pi}\int_0^{2\pi} d\psi' = (1-\varepsilon'^2)^{\frac{1}{2}},$$

donne

$$(21) \qquad \mathcal{S}_{0,l} = (-1)^l (1-\varepsilon'^2)^{\frac{1}{2}} + \mathcal{E}\mathcal{E}\frac{f(s,\varsigma)}{((s\varsigma))},$$

la valeur de $f(s,\varsigma)$ étant déterminée non plus par l'équation (17), mais par la suivante

$$(22) \qquad f(s\,\varsigma) = \frac{rr'}{aa'}\left[\left(\frac{r^2}{a^2}\frac{a'^2}{r'^2} - 1\right)^l - (-1)^l\right].$$

Si l'on substitue dans l'expression (8), à la place de l'intégrale $\mathcal{S}_{k,l}$ la première partie du second membre de l'équation (21), on obtiendra, pour la première partie d'un terme séculaire compris dans le développement de $\frac{1}{v}$, et correspondant à une valeur nulle de k, le produit

$$(-1)^l \left[\frac{1}{2}\right]_l \frac{\theta^{k+l}}{a'}\Theta_{k,l},$$

qui, même lorsqu'on le multipliera par $-m'$, se réduira toujours à une fonction du rapport θ divisée par le grand axe de l'orbite la plus étendue.

Ainsi se trouve complétée la démonstration du théorème que nous avons énoncé dans le préambule du présent Mémoire.

» Dans un autre article, j'appliquerai à la détermination des diverses valeurs de l'intégrale $s_{k,1}$ les formules précédentes et celles qu'on obtient à la place de l'équation (14) quand on développe cos $k\delta$ suivant les puissances entières de $\sin^2 \frac{1}{2}$. »

M. **Flourens** annonce qu'il avait à présenter une Note de M. **Becquerel**, intitulée : « Observations sur une Lettre de M. *Matteucci* communiquée à l'Académie, et sur un Mémoire de M. *de Ruolz* présenté dans la séance du 8 août dernier. »

Le défaut de temps ne permettant pas de lire cette Note, elle sera lue dans la séance prochaine et paraphée dès celle-ci.

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Jules Itier**, *intitulé :* Notice géologique sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain, et sur son étendue en Europe.

(Commissaires, MM. Cordier, Dufrénoy, Élie de Beaumont rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Cordier, Dufrénoy et moi, de lui faire un Rapport sur un travail que M. Jules Itier, inspecteur des douanes à Belley, département de l'Ain, lui a présenté dans la séance du 4 avril dernier, sous le titre de *Notice géologique sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain, et sur son étendue en Europe.*

» Ce travail a principalement pour objet de faire connaître les faits nouveaux que l'auteur a observés, relativement à cette formation, dans les nombreuses tournées qu'il a faites dans la partie orientale du département de l'Ain, et de donner l'énumération des corps organisés fossiles qu'il y a recueillis.

» Les géologues sont depuis longtemps dans l'usage de prendre les roches calcaires qui constituent les parties les plus apparentes des montagnes du Jura pour le type de l'un des groupes de couches sédimentaires les plus généralement répandus. On nomme ce groupe le *calcaire du Jura* ou le *terrain jurassique ;* mais cette manière convenue de s'exprimer n'entraîne

pas comme conséquence que le Jura ne présente à l'observation que des couches de ce groupe appelé *jurassique*.

» On sait, au contraire, que dans le fond de certaines gorges de montagnes du Jura on rencontre, au-dessous du terrain jurassique d'autres terrains plus anciens, tels que les *marnes irisées* et le *muschelkalk*. On sait également que, dans certaines vallées évasées des mêmes montagnes, on trouve au-dessus des assises jurassiques les plus élevées des dépôts plus modernes, que les travaux récents des géologues ont partagés entre les terrains crétacés, les terrains tertiaires et les dépôts erratiques

» M. Léopold de Buch, dans son Mémoire intitulé : *Catalogue d'une collection des roches qui composent les montagnes de Neufchâtel*, Mémoire qui remonte aux premières années de ce siècle, mais qui est resté manuscrit, disait déjà : *qu'en général on pourrait presque considérer les premières quatre-vingts couches du Jura* (*les plus élevées*) *comme une formation particulière; elles sont adossées, dit-il, contre le pied des montagnes; elles en suivent les sinuosités; elles remplissent des enfoncements, des vallées, dans ces montagnes; en un mot, elles paraissent s'être formées après les bouleversements qui ont élevé la plupart des montagnes du Jura* (1).

» L'un de vos Commissaires, en explorant, pour la construction de la carte géologique de la France, les hautes vallées des départements du Doubs et du Jura, était arrivé à des conclusions analogues à celles de M. de Buch, et avait, en outre, proposé de rapporter à la partie inférieure des terrains crétacés le groupe des couches dont il s'agit (2).

» M. Auguste de Montmollin, en décrivant avec plus de détails la partie neufchâtelloise de ce dépôt, le classe de la même manière, de concert avec M. Agassiz et M. Dubois de Montpereux (3).

» Ensuite M. Thirria, en décrivant les parties de ce même terrain qui se trouvent dans le département du Doubs, d'après ses observations jointes à celles de MM. Voltz, Duhamel et Parandier, proposa de lui donner la dénomination de *jura-crétacé*, qui aurait rappelé à la fois sa nature et son gi-

---

(1) Voyez à égard M. de Montmollin, dans les *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neufchâtel*, t. I^{er}, p. 50.

(2) Voyez *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*, t. III, p. 144 (1827); et *Annales des Sciences naturelles*, t. XVIII, p. 21 (1829).

(3) Voyez *Mémoire sur le terrain crétacé du Jura*, par M. Auguste de Montmollin; *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neufchâtel*, t. I^{er}, p. 49 (1836).

sement (1); mais M. Thurmann ayant, vers la même époque, suggéré, pour le même terrain, la dénomination de *terrain néocomien*, en l'honneur de la ville de Neufchâtel, qui est bâtie dessus, ce dernier nom a prévalu et il est aujourd'hui généralement adopté.

» M. Itier a continué dans le département de l'Ain, qui touche à celui du Jura, et qui est peu éloigné du canton de Neufchâtel, la série d'observations qui vient d'être rappelée, et il en a fait de nouvelles qui confirment, en les étendant, celles de ses devanciers.

» Elles embrassent presque toute la partie montueuse du département de l'Ain, où M. Itier a constaté la présence du *terrain néocomien* dans un grand nombre de points, dont plusieurs n'avaient pas été remarqués avant lui. M. Itier a en outre étudié, avec beaucoup plus de détail qu'on ne l'avait fait, ceux de ces points qui étaient déjà connus, et, dans les différentes coupes qu'il a observées et dont il a décrit les couches dans leur ordre de succession, il a recueilli de nombreux fossiles, dont il a déposé une suite dans les galeries du Muséum d'Histoire naturelle. Il y a reçu pour leur détermination tous les secours que peut fournir cet établissement, et il en joint des listes aux descriptions des diverses assises du terrain néocomien dans chacune des localités dont il s'est occupé.

» La série des couches dont le terrain néocomien se compose, dans le département de l'Ain, a présenté à M. Itier une épaisseur variable dont le maximum est de 300 mètres, épaisseur bien supérieure à celle qu'offre le même terrain dans le canton de Neufchâtel, mais qui est loin d'atteindre celle avec lequel il se présente dans les montagnes du département de l'Isère et du midi de la France.

» M. Itier le divise en trois étages qu'il décrit, et dont il énumère les fossiles, en commençant par l'étage supérieur.

» Parmi les fossiles de cet étage supérieur, l'auteur signale souvent des hippurites, et plus souvent encore la *Chama ammonia*. Ces deux fossiles sont connus depuis longtemps, ainsi que l'auteur a soin de le rappeler, dans les calcaires compactes blancs qui, dans tout le midi de la France, forment l'un des étages les plus remarquables du terrain crétacé inférieur. Le dernier de ces fossiles est surtout tellement abondant, qu'il ne peut que difficilement échapper à l'attention des personnes qui étudient ces

---

(1) Voyez *Mémoire sur le terrain jura-crétacé de la Franche-Comté*, par M. Thirria, ingénieur des Mines; *Annales des Mines*, 3ᵉ série, t. X, p. 95 (1836).

terrains avec attention. L'un de vos Commissaires, appelé à l'observer souvent dans les voyages qu'il faisait pour la carte géologique de la France, l'avait désigné dès 1828 comme un fossile indéterminé, compagnon fréquent des hippurites (1), et plus tard, ayant à décrire le calcaire compacte blanc de la vallée de Saint-Laurent-du-Pont, département de l'Isère, il y indiquait un très-grand nombre de fossiles très-sinueux, difficiles à extraire entiers, et qui paraissaient être des bivalves très-contournées [Dicérates ou Caprines (2)]. Quelque temps après, M. Dufrénoy signala le même fossile sous le nom de *Dicérate* dans les calcaires du terrain crétacé inférieur des deux extrémités des Pyrénées (3) et de quelques points du littoral de la Méditerranée. Depuis lors, *le calcaire à Dicérates* a été fréquemment cité comme un des membres les plus constants du terrain crétacé inférieur dans le bassin méditerranéen.

»Cependant ce fossile si généralement répandu, si reconnaissable par les dessins contournés qu'il forme sur la surface des calcaires compactes, n'en avait jamais été extrait dans un état d'intégrité complète. Il paraît l'avoir été depuis, et d'habiles conchyliologistes, particulièrement M. Alcide d'Orbigny, ont constaté qu'il n'a avec la Dicérate qu'une ressemblance incomplète et trompeuse, et qu'il doit être rapporté au genre *Chama* ou au nouveau genre *Caprotina,* et y constituer une espèce qu'on a nommée *Chama* ou *Caprotina ammonia.* Ce changement de dénomination ne fera peut-être pas encore complétement sortir le fossile dont il s'agit de l'indétermination où il se trouvait il y a quinze ans; mais il est à remarquer que cette indétermination n'a jamais porté que sur la spécification zoologique : soit qu'on emploie les noms de *Dicérate*, de *Came,* de *Caprine* ou de *Caprotine,* on parle toujours d'un seul et même fossile remarquable par la généralité de sa diffusion dans un étage calcaire bien déterminé, qu'il donne à l'observateur les moyens de reconnaître facilement.

»Ce calcaire, qu'on peut suivre dans tout le midi de la France, depuis la Biscaye jusqu'à Nice, s'étend aussi dans les montagnes du Dauphiné et

---

(1) Voyez *Annales des Sciences naturelles*, t. XV, p. 380 (1828).

(2) *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe*, par M. Élie de Beaumont; *Annales des Sciences naturelles*, t. XVIII, p. 328 (1829).

(3) *Mémoire sur les caractères des terrains crétacés dans le midi de la France*, par M. Dufrénoy; *Annales des Mines*, t. VIII (1830), p. 341; et *Annales des Mines*, 3^e série, t. I^er (1832), p. 22.

particulièrement dans celles de la grande Chartreuse, jusqu'aux environs de Saint-Laurent-du-Pont. Il y est superposé à des couches plus ou moins marneuses, qui le séparent de la formation jurassique et qui contiennent des Gryphées (*Gryphea secunda* ou *auricularis*), des Spatangues (*Spatangus retusus*), d'espèces propres à certaines assises du terrain crétacé inférieur (1). Ce même étage calcaire existe aussi dans le Jura: en 1837, M. Dubois de Montpereux montra à l'un de vos Commissaires le fossile en question (que cet habile conchyliologiste croyait encore être une Dicérate) dans un calcaire superposé aux calcaires jaunes et aux marnes bleues du terrain néocomien des environs de Neufchâtel.

» Dans le département de l'Ain, situé entre les montagnes de la grande Chartreuse et le canton de Neufchâtel, M. Itier a reconnu la même superposition et l'a vérifiée dans un grand nombre de points. Il a été conduit par là à séparer du calcaire jurassique dont on ne les avait pas distinguées jusqu'ici, des masses considérables de calcaires blancs qui constituent des escarpements remarquables par leur verticalité, tant dans le *val Romey*, entre Belley et Champagne, que sur les bords du Rhône près du point où il se perd, et sur ceux de la Valserine près du pont de Bellegarde. Les calcaires dont il s'agit ne sont pas toujours compactes, souvent aussi ils sont oolitiques, et quelquefois ils ont une consistance subcrayeuse qui les rend faciles à s'altérer par le contact de l'air, et donne lieu dans les escarpements à des zones rentrantes qui laissent en saillie, comme de vastes corniches naturelles, les couches les plus solides de la même série.

» Cette série de couches calcaires sert de support aux couches marno-sableuses si remarquables par les fossiles de la craie inférieure, dont M. Brongniart a fixé depuis longtemps l'âge géologique dans son célèbre Mémoire sur les caractères zoologiques des formations (2). De plus, M. Itier a trouvé ces mêmes calcaires superposés, dans les escarpements du ravin de Dorche, aux couches néocomiennes inférieures.

» La position du groupe de couches calcaires de la perte du Rhône se trouve donc bien précisée par ses rapports de superposition : or le calcaire de *la perte du Rhône* n'est autre chose que le *calcaire à Chama ammonia*. En effet, depuis la rédaction de son Mémoire, M. Itier est parvenu à trou-

---

(1) *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe. Annales des Sciences naturelles*, t. XVIII (1829), p. 328.

(2) *Annales des Mines*, t. VI (1821), p. 553.

ver dans les roches blanches qui forment l'escarpement du Rhône, tout près d'Arlod, point situé à moins d'une lieue de la perte du Rhône, une quantité considérable de *Chama ammonia.* Il semble, écrit-il à l'un de vos Commissaires, dans une lettre datée du 4 juillet dernier, que la couche en est formée. J'y ai aussi trouvé, ajoute-t-il, une hippurite, et comme ce rocher rejoint, sans solution de continuité, l'escarpement de la Valserine et celui de la perte du Rhône, il ne saurait plus subsister aucun doute sur la nature du calcaire de la perte du Rhône...

» Ces calcaires, qui s'étendent de la perte du Rhône au ravin de Dorche, passent dans l'intervalle au *parc* près de Seyssel, et c'est dans leurs assises friables et subcrayeuses que se trouve répandu en partie le bitume ou asphalte qu'on exploite dans cette localité.

» Dans un précédent Mémoire, aujourd'hui imprimé (1), M. Itier avait communiqué à l'Académie des détails curieux sur ces calcaires asphaltiques, qu'il avait étudiés non-seulement près de Seyssel, mais encore dans les cantons de Vaud et de Neufchâtel, en Suisse.

» Dans le département de l'Ain comme à Neufchâtel, à Saint-Laurent-du-Port et dans le midi de la France, le calcaire à *Chama ammonia* (ci-devant calcaire à Dicérates) ne forme pas l'assise inférieure du terrain néocomien. Il repose sur une série d'autres assises que M. Itier subdivise en deux groupes qu'il appelle étage moyen et étage inférieur du terrain néocomien, le calcaire à *Chama ammonia* devant en être considéré, suivant lui, comme l'étage supérieur.

» L'étage moyen du terrain néocomien est formé, dans le département de l'Ain, par les calcaires jaunes compactes à cassure inégale, déjà signalés, à la même hauteur géologique dans les autres parties du Jura (2). Ils y contiennent de même des parties miroitantes, des silex, des oolites, des grains de fer hydrosilicaté, des minerais de fer en grains. M. Itier y a trouvé de nombreux fossiles dont il énumère vingt-une espèces.

» Le groupe néocomien inférieur, dont l'épaisseur est souvent considérable dans le département de l'Ain, se compose de calcaire jaune ou blanc, compacte ou subcompacte, souvent argileux, en lits épais, exploité comme pierre de taille, alternant avec des marnes grises et bleues schistoïdes, noduleuses ou arénacées : il correspond aux marnes bleues du canton de Neufchâtel. On y

---

(1) Voyez *Bulletin de la Société de Statistique du département de l'Isère.*

(2) *Annales des Sciences naturelles,* t. XVIII, p. 22 et 345.

trouve, principalement dans les couches marneuses, un grand nombre de fossiles dont M. Itier fait connaître les principaux, au nombre de trente-trois. Plusieurs de ces espèces se trouvent aussi dans le groupe moyen. On rencontre en effet, dans l'un et l'autre groupe, certaines espèces très-répandus dans tous les gîtes néocomiens du Jura, telles que l'*Exogyra* ou *Gryphea sinuata*, le *Pecten quinque-costatus*, etc., qui ont servi depuis longtemps à rattacher cet ensemble de dépôts au terrain crétacé inférieur (1).

» Ce groupe néocomien inférieur repose le plus ordinairement sur les couches supérieures du troisième étage jurassique, représenté par des calcaires compactes, jaunâtres ou blanchâtres, à cassure inégale, et qu'il n'est pas toujours facile de distinguer du système néocomien. Mais, à défaut des caractères minéralogiques et des fossiles, qui manquent quelquefois à l'observateur, on peut recourir au caractère fondamental qui établit la distinction des deux terrains, savoir, *la discordance de la stratification* dont M. Itier a observé, dans le département de l'Ain, plusieurs exemples nouveaux et très-remarquables. M. Itier admet, en effet, avec ses devanciers, que les croupes allongées des montagnes qui séparent les vallées longitudinales du Jura formaient au milieu de la mer néocomienne un archipel d'îles ou de presqu'îles étroites (2), et il a retrouvé sur une foule de points les traces évidentes des rivages de ces îles de la mer crétacée, qui se sont transmis jusqu'à nous dans un tel état de conservation, qu'il semblerait que les flots les ont quittés de nos jours.

» La localité la plus remarquable, sous ce rapport, est le versant de la montagne qui domine au nord-ouest le val Romey. On y observe au-dessus de Charancin, et jusqu'auprès de Ruffieux, une ligne inclinée aujourd'hui vers le nord, mais qui était certainement de niveau avant la production de la faille transversale qui a escarpé le pied du Colombier. Cette ligne, où le flot de la mer crétacée a apporté, pêle-mêle avec les fragments de la roche qu'il battait, de nombreux débris de coquilles, d'os de poissons et d'une foule de zoophytes, habitants ordinaires des rivages peu profonds; cette ligne, dit M. Itier, est marquée par une multitude d'huîtres adhérentes au rocher de formation jurassique qui constituait le fond de la mer, comme aussi par une suite de trous que ce même rocher a conservés, et qui sont dus à des mollusques lithophages dont on retrouve encore le test dans les alvéoles pratiquées par eux-mêmes.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. XVIII, page 22.

(2) Voyez *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe. Annales des sciences naturelles*, t. XVIII, p. 23 (1829).

» Cette mer néocomienne, dont M. Itier retrouve encore, en plusieurs autres points, les rivages formés par les dépôts bouleversés de la mer jurassique, couvrait alors des parties assez étendues du continent européen. L'auteur les a indiquées, en consignant à la fin de son Mémoire un aperçu général de l'étendue actuellement connue de la formation néocomienne. Cet aperçu nous paraît exact; mais, comme il ne contient pas de faits nouveaux, il nous paraît inutile de nous y arrêter.

» Nous n'avons qu'un regret à exprimer relativement au Mémoire de M. Itier, c'est qu'il ne soit pas accompagné d'une carte de coupes et de dessins de fossiles. L'auteur aurait ajouté beaucoup à la clarté et à l'intérêt de ses descriptions locales et des considérations générales auxquelles il se livre, s'il avait figuré sur une carte géologique les contours des lambeaux de terrain néocomien qu'il a reconnus, et s'il avait indiqué par des coupes leurs rapports de gisement avec les terrains qui les supportent et avec ceux qui les recouvrent. Enfin des figures feraient connaître les fossiles qu'il a recueillis avec plus de précision encore que des noms, sur lesquels les différents auteurs ne sont pas toujours d'accord entre eux; mais ces lacunes ne manqueront pas d'être remplies dans le travail général dont M. Itier s'occupe, sur la géologie du département de l'Ain.

» Vos Commissaires pensent, en résumé, que le travail de M. Itier jette de nouvelles lumières sur un point intéressant de la constitution du Jura méridional, et mérite l'intérêt des géologues par les faits nombreux qui y sont consignés.

» Nous avons en conséquence l'honneur de proposer à l'Académie d'engager l'auteur à continuer avec la même activité, et dans le même esprit d'exactitude, l'étude géologique du département de l'Ain, et de le remercier de la communication qui fait l'objet de ce Rapport. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ZOOLOGIE. — *Rapport sur quatre Mémoires de* M. L. LAURENT (de Toulon), *intitulés :* « Recherches sur les trois sortes de corps reproducteurs, l'anatomie, les monstruosités et la maladie pustuleuse de l'Hydre vulgaire (*Hydra grisea vulgaris*). »

(Commissaires, MM. Flourens, Serres, Milne Edwards, de Blainville rapporteur.)

« Il y a justement aujourd'hui cent ans que le monde savant, et plus particulièrement l'Académie des Sciences de Paris, émerveillés de la décou-

verte inattendue d'un petit animal presque imperceptible, et en effet jusque-là presque inaperçu, que venait de faire un jeune précepteur des fils du comte de Bentinck, en Hollande, s'occupaient à l'envi, dans toutes les parties de l'Europe, de l'étude des Polypes, sujet qui a tant contribué à éclairer plusieurs points importants de la Biologie.

» A cette époque, en effet, de 1740, année de la découverte par Trembley, à celle de 1744, où il publia son célèbre Traité sous le titre modeste d'*Essai pour servir à l'histoire naturelle des Polypes d'eau douce*, Réaumur, aidé de ses amis et confrères, Bernard de Jussieu, auquel enfin, et cette fois à la demande unanime des professeurs du Muséum, une statue vient d'être érigée dans la personne de son digne neveu, l'auteur du *Genera Plantarum*, et Guettard, le fondateur en France de la géologie paléontologique, s'occupait activement du curieux animal qu'ils proposèrent de nommer Polype, en même temps qu'ils en liaient habilement l'histoire à celle de cette classe immense d'êtres qu'un autre Français, Peyssonnell, venait d'enlever au règne végétal, malgré la découverte récente de leurs prétendues fleurs due au célèbre historien de la mer, le comte de Marsigli.

» En Angleterre, Folkes, le duc de Richemond, H. Miles, Backer, président ou membres de la Société royale; en Suisse, Bonnet; en Hollande même, Allamand, Lyonnet, le comte de Bentinck, répétaient souvent en public, devant la cour et la ville, comme Réaumur, par exemple, sur des sujets d'abord envoyés par Trembley lui-même, et trouvés ensuite partout, grâce aux renseignements fournis par lui, les expériences, véritablement encore extraordinaires aujourd'hui, par lesquelles était constaté qu'un être organisé, dépourvu d'yeux, pouvait se diriger vers la lumière, chercher à atteindre une proie qu'il ne voyait pas, et semblait n'être qu'un estomac avec un seul orifice pourvu de filaments ou de bras préhenseurs, pouvant être retourné comme un doigt de gant sans cesser d'exercer ses fonctions digestives comme auparavant; susceptible de se reproduire par des bourgeons poussés spontanément, ou par des œufs libres sortis d'un point quelconque du corps; et enfin, ce qui paraît encore plus extraordinaire, pouvant être coupé, haché, pour ainsi dire, en morceaux, et chaque morceau pouvant donner naissance à un être entièrement semblable à celui dont il provenait, reproduisant ainsi, dans le monde de la réalité, l'histoire fabuleuse de l'hydre de Lerne, d'où l'immense Linné, avec son imagination à la fois si religieuse et si poétique, a tiré le nom d'Hydre, qu'il a donné à ce genre d'animaux.

» Il ne faut cependant pas croire, et tout homme qui connaît un peu la

nature de l'homme n'en sera pas étonné, qu'une découverte aussi remarquable, aussi inattendue, aussi contradictoire avec l'état de la science d'alors, fut acceptée sans contradiction, sans contrôle; loin de là, et son auteur même crut quelque temps que ce pouvait être une plante, une sensitive, encore plus sensible que la *Mimosa,* si ingénieusement nommée *pudica* par Linné. Mais l'année de 1744 n'était pas écoulée que l'histoire des Polypes d'eau douce était exposée, développée de la manière à la fois la plus simple et la plus convaincante dans un de ces ouvrages resté comme un véritable modèle de finesse dans les procédés d'investigation, de bonne foi dans l'exposition des faits, et je puis ajouter de vérité et d'habileté dans la manière avec laquelle des objets aussi délicats ont été dessinés et gravés par le célèbre Lyonnet.

» Au moment de la première découverte et dans le doute où il était sur la nature de l'être sur lequel il avait par hasard essayé l'expérience de la rédintégration, Trembley s'adressa d'abord et devait réellement s'adresser à l'Académie des Sciences de Paris. A cette époque, en effet, les sciences naturelles jouissaient d'une grande considération dans cette illustre compagnie où elles étaient, il est vrai, représentées d'une manière aussi brillante qu'ineffaçable par Réaumur, par B. de Jussieu, par Guettard, et par Buffon qui devait bientôt les élever au plus haut point où elles aient jamais été en France et l'on peut dire chez les peuples anciens et modernes.

» Le monde savant venait d'être averti, d'abord par Bonnet et ensuite par Réaumur, que les fragments postérieurs de vers d'eau douce, nommés depuis *Naïs,* ne mouraient pas quand ils avaient été séparés du tronc, et que celui-ci, au bout de peu de temps, montrait à l'extrémité tronquée une partie plus claire qui semblait pousser. Les mêmes observateurs venaient aussi d'introduire dans la science cet autre fait non moins étonnant, et découvert par Réaumur, savoir, que les pucerons peuvent se reproduire sans accouplement pendant plusieurs générations, lorsque Trembley. fort jeune alors, se trouva transplanté comme précepteur chez un homme riche et instruit, de Genève, où Bonnet observait, aux environs de La Haie, où Lyonnet continuait et perfectionnait la *Biblia Naturæ* de Swamerdam, et où il publiait son intéressante traduction de la *Théologie des Insectes de Lesser.* C'est ainsi que, dès le premier automne qu'il passa en Hollande, celui de 1740, Trembley fut conduit à couper en travers des êtres trouvés par hasard en cherchant des insectes, et qu'il ne connaissait nullement, quoiqu'il fût aisé de découvrir bientôt après que Leuwenhoeck et un anonyme anglais

en avaient déjà parlé près de quarante ans auparavant dans les *Transactions philosophiques* pour 1703. Le résultat aussi inespéré que rapide qu'il obtint le 4 décembre, à la suite d'une première expérience tentée le 25 novembre, porta Trembley à en faire aussitôt part au grand observateur qui fait l'ornement de la France et de l'étranger, dit-il avec justice de M. de Réaumur, en lui envoyant par la poste, dans une bouteille pleine d'eau, plusieurs des petits corps singuliers sur lesquels il avait expérimenté.

» Le peu de succès de ce premier envoi, auquel Trembley suppléa par un second qui réussit pleinement, est sans doute la cause pour laquelle Réaumur ne fit part de la découverte de Trembley à l'Académie que le 1^{er} mars 1741. On peut même s'assurer par la lecture du procès-verbal de la séance où la lettre de Trembley fut lue, que l'Académie, probablement sous l'inspiration de Réaumur, était restée quelque temps dans le doute, et en vérité cela se conçoit. En effet, on y trouve : « M. de Réaumur commence la lecture d'une lettre qui lui a été écrite de La Haie par M. Trembley, où il s'agit d'un prétendu petit insecte sur lequel il rapporte les observations, qui ne sont cependant pas relatées dans le procès-verbal. »

» Dans la séance suivante du 8 mars, il est seulement dit « M. de Réaumur continue la lecture de la lettre de M. Trembley de La Haie, dont il a été parlé dans l'assemblée du 1^{er}. » Mais dans la séance du 22 du même mois, on trouve : « M. de Réaumur lit une lettre de M. Trembley contenant de nouvelles observations sur les petits corps dont il a été parlé dans les assemblées précédentes, et qu'on ne doute plus que ce soit un animal véritable. » Aussi le célèbre Fontenelle, secrétaire de l'Académie, dans son *Histoire* pour 1741, commence-t-il l'article annonçant des animaux coupés et partagés en plusieurs parties, et qui se reproduisent entiers dans chacune, par cette phrase pompeuse : « L'histoire du Phénix qui renaît de ses cendres, toute fabuleuse qu'elle est, n'offre rien de plus merveilleux que la découverte dont nous allons parler. »

» Il faut cependant que la découverte de Trembley soit parvenue bien plus tardivement en Angleterre, puisque Folkes, alors président de la Société royale, n'en fut averti que le 18 juillet par une lettre de Buffon, datée de Versailles, et encore plus tard, le 15 septembre, par une autre lettre du comte de Bentinck lui-même, qui parle comme témoin des recherches et des expériences de Trembley. En effet, celui-ci dit lui-même, page 5 de son ouvrage, qu'il n'envoya des Hydres à Folkes que dans le mois de février 1743. L'étude et la confirmation de la découverte de Trem-

bley à Paris par Réaumur, Guettard et B. de Jussieu, rappela à ces académiciens un autre animal déjà connu de ce dernier, regardé à tort par lui comme une autre espèce de polype, mais qui, vivant dans une sorte de loge ou de capsule, porta tout naturellement leur attention sur l'analogie qu'il pouvait y avoir entre ces animaux et ceux que Peyssonnell avait proposé depuis assez longtemps, dans un Mémoire envoyé à l'Académie, de regarder comme les créateurs des prétendues plantes marines nommées Lithophytes, Madrépores, etc. Des observations faites dans ce sens sous l'impulsion de Réaumur par ses confrères B. de Jussieu et Guettard firent accepter enfin la découverte de Peyssonnell, et enlevèrent ainsi au règne végétal une classe entière et fort nombreuse d'êtres qui reçurent le nom classique de polypes pour l'animal et de polypiers pour leurs loges, dénominations dues aux trois académiciens français.

» Depuis la publication de l'ouvrage de Trembley et depuis la confirmation de tous les faits curieux qu'il contient, quelquefois même éclaircis et étendus, par Pallas, Roësel, Schœffer, Spallanzani, etc., l'histoire des polypes d'eau douce était presque généralement considérée comme complète et comme ne laissant rien à désirer. En effet, par comparaison surtout avec ce que l'on connaissait du reste de la série animale, on pouvait le croire, du moins sous le rapport de l'histoire naturelle. Cependant il restait un certain nombre de points que Trembley et les naturalistes du dernier siècle ne devaient pas toucher à l'époque où ils observaient, parce que les besoins de la biologie ne l'exigeaient pas encore, et qui ont dû successivement se présenter au fur et à mesure des progrès de l'organologie : par exemple, les questions sur la structure, la composition anatomique et histologique de l'Hydre, c'est-à-dire sur le nombre et la nature des tissus qui constituent ce curieux petit animal, sur les organes qui le forment, sur le nombre et le mode des moyens si variés de reproduction dont il est si richement doté, sur la structure des corps reproducteurs nommés gemmes et œufs, et sur les phases de leur développement; enfin sur les monstruosités naturelles et artificielles que ces singuliers animaux sont susceptibles de présenter à l'observateur patient et convenablement préparé pour en apprécier l'étiologie.

» Ce sont en effet ces grandes et belles questions, dont je n'ai pas besoin de faire sentir l'importance et la difficulté à l'Académie, que M. le Dr Laurent, de Toulon, a entrepris de traiter, et sur lesquelles il a lu devant elle, pendant les années 1840, 1841 et 1842, une série de trois ou

quatre Mémoires qui ont été renvoyés à l'examen d'une Commission formée de MM. Flourens, Serres, Milne Edwards et de moi.

» Autrefois, et même encore de notre temps, il était assez difficile de se procurer des Hydres aux environs de Paris, à cause sans doute du peu d'eaux stagnantes convenables que l'on pouvait y rencontrer. Aujourd'hui les eaux de l'Ourcq, amenées par le canal de ce nom, ainsi que le canal Saint-Denis, ont rendu la chose plus facile. Toutefois c'est encore avec quelque peine que l'on peut y parvenir.

» Mais une autre difficulté plus réelle, et celle qui a demandé plus de dérangements, de précautions, d'attentions minutieuses, c'était de faire vivre dans un état de santé convenable une nombreuse ménagerie de petits animaux presque glaireux dans des bocaux nécessairement restreints et exposés à de grandes variations de température pendant le cours d'une et même de plusieurs années nécessaires dans quelques expériences. Il fallait donc pour cela en avoir à la fois un grand nombre d'individus, changer fréquemment d'eau les bocaux qui les contenaient; mais surtout il fallait les entretenir de nourriture choisie, bien vivante et variée, chose assez facile encore à certaines époques de l'année, mais véritablement très-difficile à d'autres, à moins de peines réelles et de bien grandes recherches, puisque cette nourriture consiste en animaux presque microscopiques, disparaissant à la saison d'hiver dans presque toutes les localités.

» Toutes ces précautions, jointes à celles non moins nécessaires de parquer pour ainsi dire un à un les individus en expérience, ont demandé de la part de M. Laurent un ensemble de soins, d'attentions minutieuses, sous-entendues sans doute, mais dont nous devions parler cependant, d'abord pour montrer quel degré de confiance méritent les résultats qu'il a obtenus, et ensuite pour excuser le retard de notre Rapport sur un sujet aussi compliqué et matériellement aussi difficile.

» Un autre point préliminaire encore, mais également de la plus grande importance dans ces sortes d'investigations approfondies, c'est la partie instrumentale. Dans l'analyse anatomique d'animaux de taille même assez petite, mais encore visible à l'œil nu ou au moyen d'une loupe ordinaire, il est peu important, jusqu'à un certain point du moins, de savoir quels instruments et quels procédés on a employés; mais il n'en est plus de même quand l'investigation s'adresse à des animaux extrêmement petits, à peine perceptibles à la vue simple, et ne pouvant avoir lieu, le plus souvent, qu'à un assez fort grossissement. Bien plus, dans l'étude anatomique et histologique des Hydres, l'animal ne peut être réellement observé qu'à l'état

vivant; il faut alors employer des compresseurs disposés convenablement pour être placés sous le microscope avec de grandes précautions. Sous ce rapport aussi, M. Laurent a imaginé plusieurs procédés, plusieurs modifications même aux instruments employés avant lui, ce qui lui a permis de voir par lui-même avec conviction, et, ce qui est autrement difficile dans ce genre de travaux, de faire voir à volonté aux autres tel ou tel point de ses observations: ce qu'en effet il a exécuté devant vos Commissaires, lorsqu'il en a été besoin.

» Enfin une dernière précaution à laquelle les investigateurs de la nature ne pensent peut-être généralement pas assez, c'est de bien connaître l'état de la question, et par conséquent d'envisager le point d'observation non-seulement en lui-même et d'une manière absolue, mais d'une manière relative à l'état du reste de la science dont il doit constituer l'un des matériaux plus ou moins importants. Or c'est encore un point que M. Laurent nous semble avoir convenablement senti, en faisant marcher concurremment ses recherches sur l'Hydre avec celles qu'il a faites sur l'éponge fluviatile et sur le développement de la limace agreste, travaux dont nous aurons l'honneur d'entretenir l'Académie dans un autre Rapport.

» Ces préliminaires exposés et nécessairement préalables à ce qu'il nous reste à dire des quatre Mémoires de M. Laurent sur l'Hydre, nous passons maintenant à en exposer les principaux résultats sous les différents titres énoncés plus haut.

» A. *Histologie* et *Organologie*.— Lorsqu'on examine une Hydre, même à l'aide d'un assez fort grossissement, on est porté à croire que ce petit sac pédiculé, garni à la marge de longs filaments tentaculaires, qui la constituent, est formé d'un tissu uniforme éminemment contractile dans tous ses points, et dans lequel on ne saurait reconnaître qu'une matière homogène, gélatineuse, transparente, dans laquelle sont immergés des granules cohérents plus ou moins serrés; on n'y peut distinguer ni tissu animal ou nerveux, ni tissu musculaire ou contractile, et cependant il n'est pas un point de cet animal qui, touché par un irritant quelconque, ne sente évidemment l'effet de cette irritation et n'en donne subitement la preuve par une contraction manifeste. Aussi a-t-on été obligé d'admettre en anatomie physiologique que la pulpe nerveuse et contractile est également disséminée dans tous les points du tissu composant, c'est-à-dire que de l'acte biologique on a conclu à l'état anatomique, ce qui est au fond assez peu démonstratif.

» Baker avait cependant depuis longtemps regardé le corps de l'Hydre comme formé de deux membranes séparées par un espace toujours trans-

parent, et dont l'externe était formée de petits anneaux serrés. Il avait également conclu des mouvements qu'il devait y avoir des fibres longitudinales et transverses.

» Dans ces derniers temps, les perfectionnements qu'ont heureusement éprouvés les instruments et les procédés d'analyse microscopique ont permis d'aller plus loin, en se servant, avec plus ou moins de bonheur, de la voie d'analogie.

» M. Ehrenberg, correspondant de l'Académie, auquel la science doit tant d'observations curieuses de micrographie, a figuré plus que décrit, en employant un grossissement de 3 à 500, les granules des bras de l'Hydre comme armés chacun d'un aiguillon médian et formant des amas circulaires autour d'un granule plus gros, ou d'un mamelon du centre duquel peut sortir un très-long filament terminé par une étoile de piquants implantés à la base d'un petit renflement pyriforme, ce qu'il nomme *hameçons*. M. le professeur Corda, s'aidant sans doute beaucoup de l'analogie, a trouvé dans l'Hydre une organisation bien plus compliquée; d'abord du tissu cellulaire, puisqu'il décrit et figure une couche de cellules, grandes en dehors et petites en dedans pour la peau; au-dessous de celle-ci une couche musculaire, formée également de cellules, mais plus denses et colorées; enfin en dedans une couche interne, intestinale, dans laquelle il reconnaît des méats ou pores lisses et des villosités, les unes cœcales, les autres percées au sommet et formant une vésicule pellucide à parois épaisses et cependant à cavité fort ample et absorbante.

» Quant à la structure des tentacules, M. Corda décrit et figure les parties dont ils sont pourvus à leur surface comme encore plus compliquées que M. Ehrenberg. Il admet dans leur disposition tubuleuse, sous la membrane externe, quatre fibres musculaires longitudinales et jaunâtres, réunies par d'autres fibres tranverses également musculaires, les premières étant pour lui des muscles extenseurs des tentacules, et les dernières des adducteurs; ce qui, dynamiquement parlant, n'est cependant pas trop aisé à concevoir.

» Quant aux granules des bras, qu'il nomme *nodules vermiformes*, et qu'il dit être constamment disposées en ligne spirale, il y distingue des organes de deux sortes, les uns propres à palper, les autres à saisir: les premiers formés, à peu près comme l'admet M. Ehrenberg, d'un petit sac en contenant un autre, du sommet duquel sort un cil ou poil mobile, mais non rétractile; les seconds qu'il nomme *hastæ*, placés au milieu d'un groupe des premiers, et consistant en un petit sac ovale,

dans le fond duquel existe une vésicule patelliforme renversée, sur laquelle repose un corpuscule solide, calcaire, en forme de flèche, pouvant sortir et rentrer dans le petit orifice du sac; et tout cela, comme de raison, est parfaitement figuré.

» M. Laurent a observé avec la connaissance des descriptions et des figures des deux auteurs cités; il admet dans la structure intime de l'Hydre un tissu contractile qu'il désigne sous le nom de *tractus churnu*, et, à ce qu'il me semble, réticulé; il paraît aussi accepter les deux peaux à peu près comme Backer; mais il ne va pas plus loin. Il nie formellement les *hastæ* de M. Corda, ne pouvant expliquer l'illusion qui a pu les faire admettre. Quant aux hameçons (Angelhaken) de M. Erhenberg, M. Laurent s'est assuré, d'une manière positive, que ces filaments ne sont que des étirements d'un suc glutineux, renflés nécessairement à l'extrémité qui vient de se détacher du point de contact, et nullement des organes propres à l'animal, qu'il est en effet bien difficile d'admettre, du moins à priori.

» La distinction des organes intérieurs de l'Hydre est encore moins généralement reconnue que celle des tissus.

» L'existence, par exemple, d'une enveloppe différente à la peau et à l'intestin serait en effet en contradition avec le fait observé par Trembley, et répété par M. Laurent lui-même, du retournement du petit animal sans que l'activité digestive soit le moins du monde altérée.

» L'immense quantité de glaire exhalée par ces animaux a pu faire croire qu'elle serait produite par les granules formant des espèces de cryptes sécréteurs; mais Trembley s'est assuré et M. Laurent a confirmé que ce sont ces parties seules qui prennent la matière colorante, et que la mucosité ne l'est jamais; ce qui prouve que c'est une matière exhalée, et non sécrétée.

» Enfin, d'après l'observation de l'un de nous, M. de Blainville, sur la localisation de la production des gemmes, confirmée par M. Ehrenberg et par M. Laurent lui-même, comme nous le ferons remarquer plus loin, on pourrait s'attendre à trouver un ovaire à l'origine du pied, ce qu'a en effet admis M. Ehrenberg; mais M. Laurent assure qu'il n'en est pas ainsi, et que cet endroit offre absolument la même structure que toutes les autres parties du sac stomacal, et qu'ainsi il n'y a pas d'ovaire distinct. Encore moins admet-il, comme on doit bien le penser, que les pustules qui constituent l'une des maladies les plus fréquentes des Hydres puissent être des tes-

ticules, comme on aurait pu le proposer en considérant les corpuscules du liquide qu'elles contiennent comme des zoospermes.

» B. *Sur les différents modes de reproduction de l'Hydre.* — Tout le monde sait aujourd'hui que ces animaux singuliers se reproduisent, c'est-à-dire se continuent dans le temps et dans l'espace, de trois manières : par rédintégration ou par boutures, par gemmation ou par bourgeons se détachant d'eux-mêmes, et enfin par œuf ou grains, modes qui tous les trois se retrouvent dans la plupart des plantes.

» Pour le premier mode, auquel M. Laurent rattache avec tout le monde, et avec raison, la scissiparité naturelle dont il a vu des exemples dans le cours de ses nombreuses expériences, aussi bien que celle qu'il a déterminée en touchant presque seulement et circulairement le corps d'une Hydre avec un anneau de fil de soie ou un cheveu, nous ne voyons pas qu'il ait été beaucoup au delà de ce que l'on savait; tous les fragments circulaires du sac stomacal, ou même du pied, donnent lieu à une rédintégration complète : il en est de même quand on coupe dans le sens longitudinal un de ces anneaux, tant qu'il conserve une partie des deux surfaces; mais il contredit formellement dans un endroit, cependant un peu moins dans un autre, mais de confiance et par induction physiologique, l'assertion positive de Roësel, qui a expérimenté que des fragments de tentacules donnent également lieu au fait de la rédintégration.

» Quant à l'assimilation que M. Laurent fait des fragments d'Hydres les plus petits possible, mais rédintégrables aux gemmes, elle nous a paru un peu forcée et d'ailleurs d'assez faible importance.

» Dans le second mode de reproduction des Hydres par gemmation ou par bourgeonnement, M. Laurent a fait plus que de confirmer ce que ses prédécesseurs avaient établi.

» D'abord, sur le lieu d'élection observé par l'un de nous au cercle de jonction du sac stomacal avec le pédoncule de support du petit animal, nié par M. van der Hoeven, accepté par M. Ehrenberg après de nombreuses observations, M. Laurent est conduit comme résultat des siennes, qui ne le sont pas moins, à reconnaître qu'en effet, dans l'état normal, les bourgeons reproducteurs ne se développent qu'au point indiqué plus haut, et même seulement à l'extrémité de deux diamètres se coupant à angle droit, ce qui semble indiquer cependant une disposition productrice; mais il reconnaît que dans plusieurs cas exceptionnels, comme ceux d'une pléthore générale ou d'une irritation locale déterminée par la saillie d'une nourriture vivante anguleuse, ou même à la place d'une ancienne excroissance pustuliforme,

des bourgeons reproducteurs peuvent se développer sur tous les points du sac, ce qui lui semble en rapport avec la structure anatomique. M. Laurent a cependant confirmé l'observation faite par M. Trembley, que jamais il n'en pousse ni sur les tentacules ni même sur le pied, quoique le canal intestinal s'y continue, sans être toutefois percé d'un anus, comme le dit M. Corda.

» La reproduction par corps oviformes libres, et se détachant tels de la mère pour se développer ensuite plus tard d'une manière indépendante, a présenté à M. Laurent à peu près les mêmes résultats, sous le rapport du lieu où ils se produisent. Trembley, Roësel et M. Ehrenberg ont vu que c'est toujours entre les deux peaux, à l'endroit où poussent aussi normalement les gemmes, et c'est ce que M. Laurent confirme avec les mêmes exceptions que pour eux, qu'elle peut se faire sur toute la surface du sac, et varier en nombre depuis cinq ou sept jusqu'à quinze ou vingt irrégulièrement répartis. De plus, il s'est assuré avec Pallas que les œufs sortent à travers une déchirure de la peau, et se détachent mous du corps de la mère pour tomber au fond de l'eau.

» C. *Sur la structure des corps reproducteurs de l'Hydre.* — Tout le monde sait aujourd'hui avec quelle suite, avec quelle profondeur les organologistes allemands surtout se sont occupés du point si difficile de la structure et des phases de développement de l'œuf ou de la graine, le principal des corps reproducteurs dans les deux règnes. Jusqu'alors ils avaient compris ceux de l'Hydre dans leurs généralisations, ce qui avait été imité en France; il s'agissait de savoir si c'était à tort ou à raison, et c'est même cette question importante qui a successivement entraîné M. Laurent dans le travail presque général sur les Hydres, dont nous rendons compte à l'Académie.

» L'étude du fragment ou de la bouture sujet d'une rédintégration plus ou moins hâtive, suivant les circonstances, ne lui a rien appris qui ne fût en grande partie connu.

» Il en a été à peu près de même pour la connexion du gemme avec la mère, ses phases de développement, jusqu'à sa séparation. M. Laurent n'a eu qu'à confirmer ce que l'on savait à ce sujet; mais il s'est assuré, à l'aide d'une compression habilement ménagée, que rien dans la structure du gemme ne diffère de celle de la mère, comprenant les deux peaux ou surfaces, l'externe et l'interne, celle-ci formant un cul de sac origine de l'estomac de l'embryon futur; en sorte que ce bourgeon n'est qu'une extension du corps de la mère, et non une vésicule ou un globule.

» Mais peut-on en dire autant du corps défini et libre qui sort de la mère et que l'on a considéré comme un œuf? Tout le monde sait aujourd'hui que, par suite des découvertes de MM. Purkinje et Wagner, on croit pouvoir distinguer dans un œuf véritable, outre ses membranes adventives, son vitellus et sa membrane ainsi que sa cicatricule, parties anciennement connues, une vésicule centrale dite de Purkinje, ce qui présente l'œuf comme formé de deux vésicules concentriques, et une tache dite de Wagner à la surface de l'interne. Des ovologistes, sur les pas de ce dernier, ont cru pouvoir généraliser cette structure à tous les œufs, par une analogie exagérée et facile, mais sans l'avoir démontrée. M. Laurent, pensant avec une grande apparence de raison, et par analogie même avec ce qui est démontré en phytologie, que dans les organismes où l'appareil générateur n'est ni distinct, ni localisé, le corps reproducteur ne peut être semblable à celui des animaux chez lesquels l'organe de la génération est évident, souvent même avec des sexes séparés, s'est occupé de résoudre la question en examinant avec la plus scrupuleuse attention l'œuf de l'Hydre en lui-même et comparativement avec celui de l'éponge fluviatile, organisme encore plus inférieur, et avec celui de la Limace agreste, parmi les bisexiés. Le résultat fort intéressant auquel il est parvenu, et qui n'a laissé aucun doute dans son esprit, c'est que l'œuf de l'Hydre grise (*H. vulgaris*) est composé d'une substance liquide et globulineuse semblable à celle qui remplit la vésicule de Purkinje dans l'œuf des organismes supérieurs, enveloppée dans une véritable coque mucoso-cornée, produit de l'endurcissement des parties les plus externes de la matière ovarienne d'abord entièrement molle; aussi cet œuf est-il lisse et non épineux, comme Roësel et M. Ehrenberg l'ont supposé, en comparant cet œuf à celui de la cristatelle. C'est un œuf parce qu'il est rejeté de l'intérieur du corps de la mère sous forme bien déterminée, et qu'après un temps plus ou moins long, le jeune animal en sort bien formé et en laissant une enveloppe qu'il a rompue; mais il est univésiculaire et fécond sans avoir eu besoin de subir préalablement aucune imprégnation spermatique. En passant, M. Laurent fait justice d'une hypothèse presque épidémique suivant laquelle les pustules que la maladie produit trop souvent à la surface des Hydres en expérience dans des bocaux, seraient considérées comme des espèces de testicules, parce que, dans le liquide qu'elles contiennent, on aurait vu des corpuscules dans un mouvement brownien et que l'on pourrait comparer à tort à des zoospermes.

» En définitive M. Laurent se voit conduit à conclure que les trois sortes de corps par lesquels l'Hydre peut se reproduire sont pour ainsi dire

de même nature, et formés d'une même substance, ce qui n'est peut-être pas rigoureusement exact.

» D. *Sur la monstruosité des Hydres.* — Ce grand et difficile sujet de l'étiologie de la monstruosité chez les animaux, qui semble avoir été presque toujours un objet de prédilection pour l'Académie des Sciences, depuis le célèbre débat entre Lemery et Duverney, renouvelé dans le commencement de ce siècle en Allemagne et en France, jusqu'aux travaux de MM. Geoffroy Saint-Hilaire, pouvant être, jusqu'à un certain point, éclairci par les Hydres, qu'à l'exemple de Trembley on peut presque à volonté rendre monstrueuses, M. Laurent devait tourner aussi vers ce point si obscur de l'organologie ses nouvelles observations.

» Dans la très-grande partie des animaux, les monstruosités qu'ils peuvent offrir sont naturelles, c'est-à-dire qu'elles se produisent tout naturellement par des causes plus ou moins présumables et appréciables; mais leur étiologie n'est jamais assez certaine pour qu'il soit possible de les reproduire expérimentalement. Il n'en est pas de même pour les Hydres, qui, sous ce rapport, comme sous plusieurs autres, ont quelque chose des végétaux.

» Dans ce genre d'expériences, M. Laurent avait encore été prévenu par ses prédécesseurs; mais ici encore, il a été plus loin qu'eux.

» Pour les monstruosités naturelles, il a d'abord constaté, par l'observation, que les individus nés par le mode normal de reproduction, c'est-à-dire de véritables œufs, n'en offrent jamais. Seulement le nombre des tentacules n'est pas toujours rigoureusement le même.

» Dans la reproduction par gemmes ou par bourgeons, il arrive, au contraire, fréquemment qu'il se produit naturellement des monstruosités souvent bizarres.

» Ainsi, d'abord qu'un ou plusieurs individus ne se séparent pas de la mère qui leur a donné naissance, il en résultera une Hydre à une, deux, trois ou quatre têtes portées sur un seul pied; et comme il est possible que chacun de ces corps de l'Hydre donne lieu au même résultat, on voit comment une seule Hydre peut devenir une sorte de buisson ramifié.

» Quelque chose d'analogue, quoique bien moins compliqué, peut avoir lieu parce que deux bourgeons se seront trouvés assez voisins, par suite de leur développement, pour se souder dans une partie plus ou moins étendue de leur longueur. Si c'est par le pied, il en résultera, après la séparation de la mère, des monstres à deux ou trois têtes portés sur un seul pied, et, dans le cas contraire, des monocéphales polypodes.

» Ces genres de monstruosités se conçoivent d'autant mieux qu'on peut les produire, et beaucoup d'autres, par le moyen artificiel de la division incomplète d'un seul individu, ou par le rapprochement et la greffe de deux polypes entiers ou en tronçons.

» Par le premier procédé, M. Laurent a pu obtenir des individus à deux têtes différemment placées, suivant que la scissure a été opérée dans un sens ou dans l'autre; et Trembley, en agissant de même sur chaque tête, avait pu former des Hydres à sept têtes et à sept corps sur un seul pied. Dans le second procédé on peut encore en obtenir un plus grand nombre; et, pour rendre le fait plus évident, M. Laurent a eu recours au procédé de la coloration artificielle.

» Trembley, auquel est encore due cette curieuse expérience, avait déjà parfaitement reconnu que la coloration des Hydres est complétement arbitraire et entièrement dépendante de celle de la nourriture qu'on leur donne. Il avait fort bien remarqué qu'elle n'a réellement lieu que dans les granules qui entrent dans la composition de la face interne ou stomacale. M. Laurent ne s'est pas borné à répéter et à confirmer ces expériences, il les a notablement étendues. Le fait le plus curieux, c'est que la coloration pénètre dans les bourgeons comme dans toutes les parties de la mère, toujours cependant dans la surface interne, mais jamais dans les œufs, qui conservent constamment leur couleur naturelle : nouvelle preuve, s'il en était besoin, de l'indépendance de ceux-ci et de la dépendance de ceux-là.

» C'est à l'aide de ces procédés variés de coloration que M. Laurent est parvenu à démontrer, avec la plus grande facilité, la possibilité de greffer ensemble des parties de plusieurs individus, soit par approche et sans perte de substance, par le contact de la peau interne, les deux Hydres préalablement retournées, ou par la peau interne, ce qui réussit plus difficilement, soit par tronçons d'individus rouges, bleus ou blancs, placés les uns au-dessus des autres, de manière à former une seule Hydre avec des morceaux de trois ou quatre autres.

» Enfin, il est également parvenu à produire cette singulière monstruosité, également obtenue par Trembley, et dans laquelle un individu est engaîné dans l'autre assez complétement pour offrir une double couronne de tentacules à l'orifice bucal; il a même constaté qu'elle peut se faire naturellement, sans doute quand une Hydre en avale une autre incomplétement, et qu'elle n'a pu la digérer, ce qui est le cas le plus ordinaire.

» Il a également vu se produire naturellement, et a pu produire artificiellement le retournement de l'animal, comme on peut le faire pour un

doigt de gant; fait presque inconcevable, qui a peut-être quelque analogie avec celui du renversement d'un arbre dans ses deux systèmes terminaux, et dans lequel la face interne ou intestinale devient externe ou cutanée et *vice versa*, sans que les fonctions digestives en soient le moins du monde diminuées; fait dont, pour le dire en passant, on peut inférer que les deux surfaces ont la même structure.

» Mais ce qui prouve que ces modifications, aussi nombreuses que singulières, obtenues sur l'Hydre, ne sont que de véritables monstruosités en dehors des lois qui régissent cette espèce animale, c'est qu'une quelconque de ces Hydres monstrueuses, laissée à elle-même et nourrie convenablement, ne donne jamais naissance, soit par gemmes, soit par œufs, qu'à des individus normaux. C'est encore un fait constaté par les nombreuses observations de M. Laurent.

» E. *Des maladies des Hydres, et surtout de la maladie pustuleuse.*— Les Hydres, à la fin de la série, comme l'homme et les animaux qui la commencent, sont susceptibles d'éprouver des maladies; seulement elles sont moins nombreuses, comme on le pense bien, dans l'Hydre, et se bornent à des maladies de tissu et de parasites. Les premières, déterminées par quelque défaut dans le milieu ambiant, ne consistent guère que dans un développement plus ou moins considérable de pustules aquifères, et les secondes dans la multiplication de ce qu'on a nommé des poux et qui ne sont que des Trichodines et des Chérones, animaux essentiellement microscopiques. M. Laurent a dû les étudier l'une et l'autre, d'abord pour pouvoir en débarrasser ses Hydres en expérience, et ensuite pour s'assurer si l'on ne pourrait pas trouver dans le fluide des pustules quelques corpuscules zoospermoïdes, tels qu'on en a trouvé dans les fluides intérieurs de quelques organismes inférieurs. Des observations réitérées ne lui ont fait apercevoir que des mouvements browniens dans les molécules que contient le fluide des pustules de l'Hydre; d'où il en a conclu, comme il a déjà été dit plus haut, qu'il ne peut y avoir dans ces animaux fécondation spermatique.

» Tels sont, messieurs, les principaux faits contenus dans les quatre Mémoires de M. Laurent (de Toulon) renvoyés à notre examen, qui sont le résultat d'observations poursuivies pendant plus de trois années, et qu'il continue et confirme encore tous les jours, comme nous avons pu nous en assurer.

» Ces faits peuvent être rangés en plusieurs catégories:

» Les uns, et c'est le plus grand nombre, ne sont que confirmatifs de

ceux qui étaient déjà dans la science; mais des faits aussi extraordinaires que le retournement complet d'un animal, que la rédintégration parfaite de chacun des cinquante morceaux en lesquels on a pu le diviser, que sa reproduction naturelle scissipare ou gemmipare et ovipare, c'est-à-dire par bouture spontanée ou artificielle, par gemmes ou bourgeons et par œufs, méritaient bien, ce semble, d'être examinés de nouveau, contradictoirement avec ceux que la biologie a acquis depuis un siècle, et à l'aide des nouveaux procédés d'investigation qu'elle emploie.

» D'autres rectifient ou restreignent certaines assertions dans les limites de la vérité ou de la probabilité, ainsi pour la localisation des gemmes et des œufs, que M. Laurent montre vraie dans l'état normal, et erronée dans d'autres cas particuliers soigneusement définis.

» Un certain nombre d'autres sont évidemment contradictoires avec ce qui avait été avancé par des observateurs modernes. Ainsi, la plupart des faits anatomiques annoncés par M. Corda, par M. Ehrenberg. D'autres enfin nous ont semblé entièrement nouveaux, comme la structure comparative des bourgeons ou gemmes et des œufs, ceux-là n'étant que des extensions des parois du sac, et ceux-ci une espèce d'œuf, si l'on veut, mais d'un genre particulier univésiculaire, dont la coque n'est pas formée par une matière adventive, mais par la simple condensation des parties externes de la matière globulineuse qui les constitue, de manière à n'être, pour ainsi dire, suivant M. Laurent, que la vésicule de Purkinje des œufs d'organismes supérieurs.

» Dès lors, et quoique vos Commissaires n'aient pas pu vérifier tous ces faits, et qu'ils se soient bornés aux principaux et surtout aux derniers; quoique même ils n'adoptent pas absolument toutes les déductions que M. Laurent en tire, et, par exemple, que le célèbre aphorisme d'Harvey, *omne vivum ex ovo,* soit renversé par suite de l'existence de l'œuf univésiculaire de l'Hydre, nous ne nous empressons pas moins de reconnaître que, pour entreprendre un travail d'observations d'aussi longue haleine, comme aussi pour l'avoir exécuté avec un très-grand nombre de figures soigneusement dessinées et coloriées, et cela dans une position restreinte et sans secours d'aucune sorte, il a fallu joindre à un grand amour pour la science et pour la vérité, une expérience et une méthode véritablement scientifiques que, suivant nous, l'âge mûr peut seul donner.

» Nous pensons donc que les travaux de M. Laurent sur l'Hydre sont dignes d'être insérés dans le *Recueil des Savants étrangers,* et nous avons l'honneur d'en faire la proposition à l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un correspondant pour une des places vacantes dans la Section d'Astronomie.

La liste de candidats présentée par la Section porte les noms suivants :

1° M. Petit, à Toulouse,
2° M. Bravais, à Lyon.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 35,

M. Petit obtient 31 suffrages,
M. Bravais 3.

Il y a un billet blanc.

M. **Petit**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Magnus** *à* M. **Pelouze** *sur la dilatation de l'air et du mercure.*

« Si je ne vous ai pas remercié plus tôt de la peine que vous avez prise de communiquer à l'Académie mon travail sur la dilatation des gaz, c'est que j'espérais pouvoir vous annoncer de nouveaux résultats; et le temps s'est écoulé. Enfin je crois être sûr d'avoir réussi pour la dilatation de l'air à de plus hautes températures; mais malheureusement mes résultats ne s'accordent point avec ceux de M. Regnault.

» Vous vous souvenez peut-être que j'avais trouvé le coefficient de dilatation pour l'acide sulfureux beaucoup plus fort que M. Regnault. Cette différence a disparu depuis que M. Regnault a vérifié que la dilatation de ce gaz est réellement aussi considérable que je l'avais indiqué. Mais maintenant il existe une autre discordance. En comparant la dilatation absolue de l'air atmosphérique à la dilatation apparente du mercure dans des températures élevées, M. Regnault a trouvé que ces dilatations s'accordent parfaitement jusqu'à la température de 250°, et que, même à la température de 350°, la différence n'est que 3°,3 centigr.; tandis que moi j'ai trouvé

le rapport de ces dilatations presque exactement comme MM. Dulong et Petit.

DILATATION APPARENTE DU MERCURE.	DILATATION ABSOLUE DE L'AIR D'APRÈS MM. Dulong et Petit.	M. Magnus.
100°	100°	100°
150	148,7	148,5
200	197,05	197,23
250	245,05	245,33
300	292,70	293,15
330	......	319,67
360	350,00	......

Ceci paraît extraordinaire, puisque ces messieurs ont adopté un autre coefficient de dilatation pour l'air entre 0° et 100° que M. Regnault et moi; mais il est à croire qu'ils n'ont point fait usage de ce coefficient même, car ils n'ont refroidi l'air que jusqu'à la température de l'air environnant, et jamais jusqu'à 0°.

» Lorsque le Mémoire de M. Regnault est arrivé ici (à Berlin), mes expériences étaient déjà finies, mais je les ai répétées avec des thermomètres soufflés du même tube de verre dont on avait coupé le morceau qui contenait l'air atmosphérique. J'ai obtenu précisément les mêmes résultats qu'auparavant.

» Je crois que cette différence entre nos résultats tient à ce que M. Regnault n'a pas laissé le temps à ses thermomètres à mercure d'acquérir la même température que l'air. Il a agi de la même manière que MM. Dulong et Petit en échauffant le bain à l'huile et le faisant refroidir lentement. Il y a alors une constance de température pendant laquelle il faisait l'observation. Mais ces messieurs se servaient des thermomètres ordinaires qui acquièrent promptement la température, tandis que M. Regnault faisait usage de trois grands thermomètres à déversement qui demandent un temps beaucoup plus considérable. De manière que si cette constance n'a pas eu lieu pendant un temps assez long pour que toute la masse de mercure pût acquérir cette température, les thermomètres ne marquaient pas juste.

» Pour éviter cette cause d'erreur, j'ai opéré d'une manière tout à fait différente. Je savais qu'une lampe à esprit de vin à double courant (lampe d'Argant) donne pendant un temps assez considérable une quantité de chaleur constante. J'ai employé de ces lampes pour chauffer une caisse en tôle qui contenait le tube de verre rempli de l'air atmosphérique et entouré symétriquement de quatre thermomètres à mercure à déversement.

Cette caisse avait trois enveloppes du même métal, séparées l'une de l'autre par de l'air. Par cet arrangement on pouvait produire pendant longtemps une température tout à fait constante dans la caisse intérieure, et je ne faisais jamais une observation avant que la température fût restée contante pendant un temps considérable.»

M. Regnault présente les observations suivantes au sujet de la Lettre de M. *Magnus :*

« M. Pelouze a eu la complaisance de me communiquer la lettre de M. Magnus avant d'en exposer le contenu à l'Académie, et je pense que les différences que ce physicien signale entre ses expériences et les miennes peuvent s'expliquer d'une manière fort simple.

» M. Magnus annonce d'abord que les résultats qu'il a obtenus pour la comparaison des thermomètres à air et à mercure, dans les hautes températures, ne s'accordent pas avec les miens, mais qu'ils sont à peu près identiques avec ceux qui ont été publiés depuis longtemps par Dulong et Petit.

» Cette dernière coïncidence est-elle réelle? Il est facile de voir qu'au contraire il existe une grande différence entre les nombres de M. Magnus et ceux de Dulong et Petit. Il y a, en effet, identité apparente, mais les nombres de Dulong et Petit sont calculés avec le coefficient 0,00375, et ceux de M. Magnus avec le coefficient 0,003665: il s'établira donc une divergence très-grande dès que les résultats seront calculés avec le même coefficient.

» M. Magnus suppose que Dulong et Petit n'ont réellement pas fait usage du coefficient 0,00375. J'avoue que je ne comprends en aucune façon comment les températures d'un thermomètre à air peuvent être calculées sans admettre un coefficient de dilatation déterminé à priori; et cette circonstance que Dulong et Petit n'ont jamais ramené la température de leur volume d'air à 2°, mais seulement à la température ambiante, bien loin de dispenser de la connaissance de ce coefficient, me paraît, au contraire, rendre cette donnée préalable plus nécessaire.

» On ne peut douter que Dulong et Petit ont toujours employé le coefficient 0,00375, puisque ce nombre est inscrit dans toutes leurs formules. On trouve d'ailleurs, dans le Mémoire même de Dulong, une preuve *toute matérielle* et irrécusable de l'adoption de ce coefficient. En effet, il existe (*Annales de Chimie et de Physique*, tome II, page 249) un tableau

dans lequel sont rapportées toutes les données brutes des observations de Dulong et Petit sur quelques déterminations comparatives des thermomètres à air et à mercure. On trouvera par conséquent, par un simple calcul numérique, le coefficient adopté par ces physiciens.

» En calculant les résultats indiqués dans ce tableau avec le coefficient 0,00375, et faisant attention que l'on a déjà tenu compte de la dilatation du verre, on trouve les nombres suivants :

THERMOMÈTRE A MERCURE observé.	THERMOMÈTRE A AIR calculé avec le coefficient 0,00375	THERMOMÈTRE A AIR indiqué par Dulong.
156°,85	155°,69	155°,7
197 ,53	194 ,44	194 ,64
249 ,43	243 ,25	243 ,25
318 ,11	308 ,49	309 ,7

» La troisième colonne renferme les nombres tels que Dulong les donne comme résultant de ses calculs; l'identité de ces nombres avec ceux que j'ai calculés en faisant usage du coefficient 0,00375 prouve, sans réplique, que c'est ce nombre qui a été employé. La dernière température diffère seule d'une manière sensible; je ne sais si cela tient à une erreur de calcul ou à un chiffre inexact qui peut se trouver dans les données premières.

» Mais si l'on calcule les nombres de Dulong avec le coefficient 0,003665, on trouve les résultats suivants :

THERMOMÈTRE A MERCURE observé.	THERMOMÈTRE A AIR calculé avec le coeffic. 0,003665.	THERMOMÈTRE A AIR d'apr. les observ. de Regnault.
156°,85	158°,71	156°,85
197 ,53	198 ,32	197 ,5
249 ,43	248 ,13	249 ,1
318 ,11	314 ,78	316 ,2

» Les nombres de Dulong et Petit s'éloignent donc en réalité beaucoup de ceux de M. Magnus pour s'approcher des miens; l'accord serait même probablement plus parfait si l'on avait adopté des deux côtés la même loi de dilatation du verre. La dernière température 314,78 du thermomètre à air doit être portée peut-être à 315°,98, d'après la différence entre les deux températures calculées, 308°,49 et 309°,7, que nous avons remarquée plus haut; elle deviendrait alors presque identique avec celle qui résulte de mes observations.

» Reste maintenant à expliquer les différences qui existent entre les résultats de M. Magnus et les miens; cela sera facile, sans être obligé de supposer que les expériences de l'un ou de l'autre physicien sont inexactes. Je ne puis, en effet, admettre l'objection que M. Magnus fait contre ma manière d'opérer : il pense que mes thermomètres à mercure se trouvaient constamment en retard sur mon thermomètre à air, et qu'ils ne parvenaient jamais au même maximum que celui-ci. Mais il suffit de lire avec attention la description que j'ai donnée de mes expériences (*Annales de Chimie*, tome V, page 86), pour reconnaître que cette causse d'erreur n'a pu se présenter. Le réchauffement du bain d'huile était excessivement lent dans le voisinage du maximum (il fallait souvent 10 à 15 minutes pour produire une élévation d'un demi-degré). Si, dans cette circonstance, les thermomètres à mercure avaient été en retard sur le thermomètre à air, il est évident qu'il se serait écoulé un intervalle de temps fort notable entre le moment du maximum observé sur les deux instruments; or, dans mes expériences, cet intervalle ne s'élevait jamais qu'à quelques secondes.

» A la page 100 du même Mémoire, on trouve un tableau renfermant les indications comparatives, obtenues dans les mêmes circonstances, de deux thermomètres à mercure renfermant environ 850 grammes de mercure, et d'un troisième thermomètre contenant 4120 grammes, c'est-à-dire une quantité cinq fois plus grande. Si la supposition de M. Magnus était exacte, ce dernier thermomètre aurait dû marquer constamment une température plus basse que les premiers, et, au contraire, il a toujours été en avance.

» Je puis d'ailleurs citer des expériences faites par un procédé qui ne peut donner prise à aucune objection de cette nature; je n'en ai pas fait mention dans mon Mémoire, parce que ces expériences ont été faites avec des thermomètres à mercure qui ne sont pas ceux qui ont été employés dans la série d'expériences que j'ai publiée, et que, par suite, elles ne sont pas rigoureusement comparables.

» Un thermomètre à air et un thermomètre à mercure, ayant la forme des tubes qui m'ont servi dans ma première série d'expériences pour déterminer le coefficient de dilatation de l'air entre 0 et 100° (*Annales de Chimie*, tome IV, page 13), étaient placés immédiatement à côté l'un de l'autre dans une grande cornue en fonte, ayant à peu près la forme et les dimensions de la cornue représentée figure 12, planche II, tome IV. Cette cornue renfermait de 20 à 25 kilogr. de mercure, et se trouvait disposée sur un fourneau au moyen duquel on portait le mercure à l'ébullition. On ne fer-

mait à la lampe le tube à air que lorsqu'une grande partie du mercure avait passé à la distillation. Ici les deux thermomètres avaient nécessairement la même température. Voici les résultats obtenus, en conservant les mêmes notations que dans mon précédent travail :

Thermomètres à mercure.

	I	II	III	IV
P =	768gr,94	761gr,57	863gr,98	803gr,920
p =	11,693	11,580	13,136	12,215
H_1 =	770mm,53	768mm,25	768mm,18	763mm,65
T_1 =	100°,39	100°,31	100°,31	100°,13
p_1 =	40gr,556	40gr,145	45gr,755	42gr,594
T =	363°,39	361°,54	363°,33	363°,09

Thermomètres à air.

	I	II	III	IV
P =	803gr,22	863gr,98	761gr,21	768gr,56
P′ =	373,79	399,33	352,98	355,63
H_r =	769mm,59	768mm,40	768mm,08	763mm,65
H_0 =	770,27	766,76	766,11	758,02
h =	139,64	140,23	139,95	135,94
x =	357°,76	356°,78	358°,57	357°,98
Différences =	5°,63	4°,76	4°,76	5°,11

» Ces nombres diffèrent peu de ceux qui feraient suite aux nombres obtenus par l'autre méthode.

» Quant au mode d'expérimentation employé par M. Magnus, je n'oserais pas dire qu'il ne peut donner de bons résultats; mais il ne m'est pas démontré que, dans une enceinte dont les parois sont portées à une haute température, qui est loin d'être identique dans tous les points, un thermomètre à mercure et un thermomètre à air se trouveront également influencés par le rayonnement, et seront à la même température quand ils arriveront l'un et l'autre à l'état stationnaire.

» La cause des différences entre les résultats de M. Magnus et les miens me paraît clairement énoncée à la page 100 de mon Mémoire. On y trouve en effet le passage suivant :

« Il est important de remarquer que les résultats qui précèdent ne conviennent que pour la marche comparative du thermomètre à air, corrigé de la dilatation du verre, et d'un thermomètre à mercure construit avec le

» verre de nos fabriques françaises; en un mot, identique avec ceux qui ont
» servi dans mes expériences. Les tables de correction pourraient être très-
» différentes, si les thermomètres à mercure étaient construits avec des
» verres de natures diverses.

» On admet généralement que deux thermomètres à mercure qui
» s'accordent pour le zéro et la température de l'ébullition de l'eau
» marchent également d'accord pour tous les autres points de l'échelle.
» Rien n'est plus faux que cette proposition. Il peut y avoir des dif-
» férences de plusieurs degrés dans les hautes températures, si les deux
» thermomètres ne sont pas construits exactement avec la même espèce
» de verre. »

» Deux thermomètres à air seront, au contraire, toujours comparables, quelle que soit la nature du verre qui constitue leur enveloppe, parce que la dilatation du verre est si petite en comparaison de celle du mercure, que les variations de cette dilatation sont tout à fait sans influence sur la marche des thermomètres à air.

» Mais il n'en est pas de même des thermomètres à mercure : la dilatation du verre est du même ordre de grandeur que celle du mercure; il en résulte que, pour que deux thermomètres de ce genre soient comparables, il faut qu'ils soient formés non-seulement avec du mercure identique, mais encore par des enveloppes de verre de même nature ou du moins qui suivent les mêmes lois de dilatation.

» On n'évite nullement cet inconvénient en prenant les réservoirs des thermomètres à mercure et à air sur le même tube de verre, comme M. Magnus paraît le croire; cela résulte surabondamment des réflexions qui précèdent.

» Ainsi, en résumé, les irrégularités des thermomètres à air sont assez petites pour être négligeables, et ces instruments peuvent être regardés comme comparables. Dans les thermomètres à mercure, au contraire, les variations dues à la nature de l'enveloppe sont tellement considérables dans les hautes températures, que ces instruments cessent d'être comparables, alors même que l'on néglige d'autres causes d'erreur qui tiennent au déplacement des points fixes, et qui laissent toujours une grande incertitude sur la valeur absolue du degré.

» J'avouerai même que si j'avais connu l'étendue de ces variations avant de commencer mes recherches, je me serais évité un travail pénible qui ne pourrait donner aucun résultat absolu. »

M. **Arago** rend compte, verbalement, des observations de l'éclipse totale de Soleil du 8 juillet dernier, qui ont été faites en France et dans d'autres régions de l'Europe. Il annonce un Mémoire écrit pour une des prochaines séances.

A cause de l'heure avancée, M. **le Secrétaire perpétuel** se voit dans la nécessité de renvoyer à la séance prochaine la communication des pièces de la correspondance.

La séance est levée à cinq heures et demie. **A.**

ERRATA. (Séance du 16 août.)

Page 349, ligne 6, *au lieu de* les résultats, *lisez* le résultat.
Idem, ligne 7, *au lieu de* on a obtenu, *lisez* il a obtenu.
Idem, ligne 11, *au lieu de* en composant, *lisez* en décomposant.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 7; in-4°.

Institut royal de France (Académie des Sciences). Funérailles de M. le baron LARREY; *discours prononcé par* M. BRESCHET; in-8°.

Notice sur le baron COSTAZ, *membre de l'Académie des Sciences et de la Commission centrale de la Société de Géographie; par* M. JOMARD. (Extrait du *Moniteur industriel* du jeudi 11 août 1842.) $\frac{1}{4}$ de feuille in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; 2e série; tome XVII; in-8°.

Rapport fait à l'Institut historique par M. BERNARD-JULIEN, *membre de la 3e classe, sur l'Histoire des Sciences mathématiques en Italie, depuis la renaissance des lettres jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, par* M. GUILLAUME LIBRI, membre de l'Institut; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; par M. CH. D'ORBIGNY; tome III, feuilles 1 à 4; in-8°.

Théorie élémentaire de la Capillarité, suivie de ses principales applications à la Physique, à la Chimie et aux corps organisés; par M. ARTUR; Paris, 1842; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; août 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; août 1842; in-8°.

Journal des Usines; juillet 1842; in-8°.

Mémoire sur quelques points de la version par les extrémités pelviennes; par M. MAYOR. (Extrait de la *Gazette médicale, chirurgicale et d'accouchement de la Suisse;* n° 6; juin 1842.) In-8°.

Journal... *Journal de Mathématiques pures et appliquées; par* M. A.-L. CRELLE; XXIIIe vol., cahiers 3 et 4; in-4°.

Atti della... *Actes de la troisième réunion des Savants italiens, tenue à Florence au mois de septembre* 1841; Florence, 1841; in-4°.

Alghe... *Les Algues de l'Italie et de la Dalmatie illustrées; par* M. le professeur G. MENEGHINI; Padoue, 1842; in-8°.

Ricerchi... *Recherches sur la structure des Stomates; par* M. G. GASPARRINI; Naples, 1842; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 34.
Gazette des Hôpitaux; n^os 98 et 99.
L'Expérience; n° 268.
L'Écho du Monde savant; n^os 13 et 14.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AOUT 1842.

VICE-PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient d'éprouver : M. **Louis Desaulses de Freycinet**, membre de la Section de Géographie et Navigation, est décédé le 18 août, au château de Freycinet, près Loriol (Drôme).

zoologie.—*Sur l'organisation des Hydres.*—Note de M. **Milne Edwards**,

« N'ayant pas eu l'honneur d'assister à la dernière séance, dans laquelle l'attention de l'Académie a été appelée sur l'histoire des Hydres, je demanderai la permission de revenir sur ce sujet pendant quelques instants, afin de préciser mon opinion sur un point en litige. D'après un passage du savant Rapport dont le Mémoire de M. Laurent a été l'objet, on pourrait croire que la Commission chargée de l'examen du travail de ce naturaliste avait tout entière adopté ses vues relativement à la *non-existence* des organes appendiculaires décrits par MM. Ehrenberg et Corda comme hérissant les tentacules des polypes d'eau douce. Or les résultats obtenus par ces derniers observateurs s'accordaient si bien, en ce qu'ils offrent d'essentiel, avec ce que j'avais eu l'occasion de voir moi-même chez d'autres zoophytes, que je n'ai jamais douté de l'existence des organes en question; et dès que j'ai cru nécessaire de m'en assurer directement, j'ai pu, sans difficulté,

changer mes présomptions en une conviction entière. MM. Dujardin, Quatrefages et Doyère avaient aussi depuis longtemps constaté la présence des organes appelés *hameçons* par M. Ehrenberg, et dans une Note que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau, M. Doyère montre comment ces mêmes organes, avant leur développement au dehors, constituent les instruments figurés par M. Corda sous le nom de poches hastifères.

» Je ne puis donc admettre, avec M. le rapporteur (1), que les appendices décrits par M. Ehrenberg soient des produits accidentels dus à la coagulation d'une matière gélatineuse; mais, plutôt que de jeter quelques doutes sur l'exactitude des observations de M. Laurent, approuvées comme elles l'ont été par mon savant et honoré collègue M. de Blainville, je serais porté à croire que peut-être ce zélé et consciencieux naturaliste aurait étudié une espèce d'Hydre différente de celle examinée par moi et par tous les zoologistes dont je viens de citer les noms, et cela expliquerait aussi la discordance de nos opinions sur quelques autres points dont il serait trop long de parler ici. Du reste, la question que j'ai cru devoir soulever paraît être tout à fait accessoire dans le travail de M. Laurent, et ne touche en rien aux points les plus importants de l'histoire des polypes d'eau douce, sujet dont ce savant poursuit l'étude avec une persévérance rare et digne de grands éloges. »

A l'occasion de cette Note, M. **Flourens** fait remarquer que M. Laurent, dans la première partie de son travail, la seule qui ait été l'objet du savant rapport de M. de Blainville, s'est proposé spécialement : 1° d'éclairer, par de nouvelles recherches, l'histoire des trois corps reproducteurs de l'Hydre (l'œuf, le gemme et la bouture); 2° de faire connaître le développement particulier de l'embryon qui provient de chacun de ces trois corps; et 3° de répéter et de confirmer les expériences de Trembley.

Quant au point sur lequel portent les observations de M. Milne Edwards, M. Laurent n'en parle qu'incidemment dans cette première partie de son travail : les Commissaires n'ont donc pas eu encore à le vérifier; mais M. Laurent s'est engagé à leur présenter les faits sur lesquels il fonde ce qu'il a dit à ce sujet, lorsqu'ils auront à examiner la seconde partie de son travail, partie dans laquelle il traite plus particulièrement de l'anatomie de l'Hydre.

M. **Duvernoy** ajoute aux observations de M. Milne Edwards que, dans

---

(1) *Voyez* le *Compte rendu* de la séance précédente, p. 381, ligne 11 et suivantes.

son dernier cours au Collége de France, il a eu l'occasion de vérifier aussi et de démontrer l'existence d'une partie des organes que M. Corda appelle *poches hastifères*.

M. **Lacroix** présente, au nom de l'auteur, M. **Denaix**, un ouvrage intitulé : *Géographie prototype de la France*, in-8°, *avec trois feuilles d'atlas*. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur l'emploi des fonctions discontinues dans l'analyse, pour la recherche des formules générales ; par* M. G. **Libri**.

Introduction.

« Tous les géomètres savent qu'il existe un grand nombre de questions dont la solution ne présente aucune difficulté lorsque les données du problème sont connues en nombres, et qui paraissent offrir des obstacles insurmontables lorsqu'elles sont posées d'une manière générale. Les problèmes les plus élémentaires, tels, par exemple, que la recherche du plus grand diviseur entre deux nombres donnés, ou la détermination des fonctions symétriques des racines d'une équation numérique, montrent tout à coup des difficultés inattendues lorsqu'on veut sortir des cas particuliers et avoir des formules générales. L'algèbre, qui résout ainsi les questions les plus compliquées quand elle cherche des valeurs numériques, est fréquemment en défaut lorsqu'on lui demande des expressions applicables à tous les cas. On trouve des nombres réduits, mais les formes qui lient ensemble ces nombres et la loi des réductions qu'ils ont éprouvées nous échappent le plus souvent; et l'analyse mathématique, qui aspire à une généralité sans bornes, se trouve limitée dès les commencements.

» L'exemple le plus frappant de cette impuissance d'une science si vaste, et à tant d'égards si parfaite, se rencontre dans la *Théorie des nombres*, branche de l'analyse qui, ayant pour objet la recherche des propriétés des nombres entiers ou rationnels, semble toucher à l'arithmétique élémentaire, et qui a toujours offert les plus grandes difficultés aux géomètres lorsqu'ils ont voulu y introduire quelque généralité. La théorie des équations aux différences, celle des combinaisons, et tout ce qui se rattache aux fonctions entières, présentent des difficultés analogues que les mathématiciens ont reconnues depuis longtemps, et qui cependant ne semblent pas tenir à la nature même de la question; car souvent on peut résoudre dans chaque cas particulier ces problèmes qui, traités d'une manière plus générale, résistent aux forces de l'analyse.

» Ce défaut ne nuit pas seulement à la généralité de la science : il en arrête les progrès, et les résultats numériques auxquels on parvient, sans qu'on puisse obtenir des formules générales, diffèrent autant de ces formules que les observations en physique diffèrent des lois de la nature. Tant que ces lois restent cachées, il faut répéter les observations pour chaque phénomène naturel, comme dans l'analyse, lorsqu'on ne connaît pas les formules générales, il faut répéter les calculs pour obtenir dans chaque cas un résultat numérique différent. N'obtenant ainsi que des nombres, on ignore les propriétés principales des fonctions que l'on étudie. On ne peut pas opérer la substitution, d'une formule dans une autre, des propriétés que l'on aurait découvertes, et l'on ne sait mettre le problème en équation que bien rarement, ce qui pourtant est nécessaire pour l'application de l'analyse à chaque question. Ces dernières remarques s'appliquent principalement à la théorie des nombres, où, en employant les méthodes ordinaires, il reste toujours quelque condition sous-entendue, qu'on n'écrit pas, qui ne permet pas d'appliquer librement à cette théorie l'analyse algébrique, et qui en fait une espèce de science à part.

» Lorsqu'on cherche à se rendre compte des difficultés que présente à cet égard la théorie des fonctions entières, on ne tarde pas à reconnaître qu'elles tiennent presque exclusivement à ce que ces fonctions, n'étant pas caractérisées d'une manière spéciale par les notations employées dans l'algèbre, il en résulte qu'elles ne peuvent pas tirer un grand secours de l'analyse et que tout s'y fait par des tentatives répétées et par une espèce de divination. Ainsi, par exemple, la série des nombres naturels, si simple, si élémentaire, ne saurait être caractérisée analytiquement sans avoir recours à des artifices fort cachés, et, lorsqu'on écrit dans un calcul la lettre x, rien n'exprime que cette lettre doive représenter plutôt un nombre entier qu'un nombre fractionnaire ou qu'une quantité irrationnelle ou transcendante quelconque. D'où il résulte que, comme dans les équations auxquelles on ramène les problèmes d'analyse indéterminée, on n'indique pas qu'il faille se borner aux nombres entiers, l'analyse répond à un problème plus général; et quand on a fait les calculs, si l'on n'a pas eu soin d'introduire mentalement dans la suite des opérations qu'on a pu faire, cette condition, qu'il s'agit toujours de nombres entiers, on obtiendra un résultat qui s'appliquera à une quantité x quelconque, mais qui ne répondra pas à la question proposée, où l'on ne voulait que de nombres entiers.

» Nous avons choisi l'exemple le plus simple de tous en prenant pour x un nombre entier; mais si cette lettre devait exprimer une fonction entière

plus compliquée : un nombre premier quelconque, une racine primitive indéterminée, ou une transcendante numérique d'un ordre encore plus élevé, on rencontrerait des difficultés, bien connues des géomètres, et sur lesquelles il n'est nullement nécessaire d'insister, mais qui auraient principalement pour origine cet emploi d'une lettre qui exprime une quantité quelconque, pour représenter une fonction entière déterminée et douée de propriétés particulières.

» Le défaut que nous signalons, et qui se reproduit dans les branches les plus diverses de l'analyse, tenant surtout au défaut d'un caractère analytique propre des fonctions entières, on pourrait être tenté d'y remédier par l'introduction d'une notation nouvelle qui s'appliquerait exclusivement à ces fonctions. Mais, à notre avis, l'emploi d'un nouvel algorithme est un remède extrême auquel il ne faut recourir que lorsqu'on s'est bien assuré que les signes déjà employés ne peuvent pas exprimer les propriétés des fonctions que l'on veut étudier. D'ailleurs le petit nombre de signes nouveaux que, depuis Viète jusqu'à nos jours, il a été nécessaire d'adopter pour exprimer tous les progrès réels de l'analyse, doit rendre chacun fort circonspect à l'égard de ces sortes d'innovations. Une foule de notations nouvelles ont été employées, à la vérité, à différentes époques par d'habiles géomètres ; mais lorsque ces notations n'accompagnaient pas une découverte éclatante, lorsqu'elles n'étaient pas simples, commodes et réclamées par les besoins de la science, elles n'ont pas été adoptées, et les auteurs qui les avaient inventées ont vu négliger des écrits estimables dans lesquels, aux difficultés naturelles du sujet, venait s'ajouter l'effroi qu'inspiraient au lecteur des signes bizarres et sans cesse renouvelés.

» Voilà pourquoi nous n'avons pas cru devoir proposer une nouvelle notation, qui aurait eu pour objet de cacher la difficulté, au lieu de la résoudre, et pourquoi nous nous sommes appliqué à plusieurs reprises à ce sujet, en n'employant que les notations et les signes déjà adoptés jusqu'ici. Dans plusieurs Mémoires qui ont paru précédemment, nous avons traité des questions particulières qui se rattachent toutes à ces mêmes principes. Le Mémoire que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie a pour objet de réunir et de développer ces divers travaux, et d'en former une théorie applicable aux fonctions entières et aux fonctions discontinues en général.

» Nos travaux sur ce sujet ont eu, dès l'origine, un double but : d'abord nous avons dû traiter les équations aux différences d'ordre indéfini auxquelles se ramenait la recherche de certaines formules qui avaient oc-

cupé longtemps les géomètres, telles, par exemple, que la détermination directe du terme général du développement d'un polynôme quelconque. Ces équations, nous les avons intégrées complétement pour la première fois; ensuite nous avons cherché à exprimer les conditions auxquelles doivent satisfaire les différentes fonctions entières, et nous sommes parvenu à assigner les caractères de ces fonctions sans introduire dans l'analyse aucune notation nouvelle. C'est à l'aide des fonctions discontinues que nous avons surmonté la difficulté qui semblait empêcher de caractériser ainsi les fonctions entières. Les fonctions discontinues, qui formèrent le sujet de discussions si vives entre les plus illustres géomètres du siècle dernier, ont été employées de nos jours avec bonheur par Fourier, qui, par une analyse aussi subtile que profonde, a su mettre l'existence de ces fonctions à l'abri de toute discussion, mais qui, absorbé par ses belles recherches de physique mathématique, ne s'est peut-être pas arrêté suffisamment aux conséquences importantes que l'emploi de ces fonctions pouvait avoir dans l'analyse pure. Après Fourier, les fonctions discontinues ont été surtout employées dans des problèmes de physique mathématique, pour exprimer certaines conditions qui se réalisent difficilement; mais les propriétés analytiques de ces fonctions, ainsi que l'emploi que l'on pouvait en faire dans la théorie des fonctions entières, n'ont pas été assez généralement étudiés.

» Il n'est pas inutile de remarquer que, quoique les corps de dimensions finies qui tombent sous nos sens soient généralement disjoints et discontinus, l'esprit analytique s'attache de préférence aux problèmes où la continuité peut être introduite, et où les accroissements infiniment petits que l'on donne aux variables échappent aux sens, tandis qu'il paraît repousser tout ce qui est discontinu. Il est vrai que, pour un certain nombre de lignes, de surfaces ou de corps, l'introduction des imaginaires fait passer facilement d'une partie à une autre du système, et satisfait aux conditions des limites; mais, sans nous arrêter à discuter ici la question de savoir si le passage du réel à l'imaginaire n'est pas lui-même une solution de continuité, nous ferons remarquer que, même dans ce cas, la continuité ne subsiste qu'à la condition de considérer le système tout entier, et que, chaque fois qu'il s'agit d'une portion quelconque de lignes, de surfaces et de corps; que chaque fois que l'on considère un polygone ou un polyèdre, ces figures et ces corps échappent à la continuité. Qu'y a-t-il de plus simple, par exemple, qu'un triangle? Pourtant cette figure, analytiquement parlant, est discontinue, et, dans l'état actuel de la théorie des courbes, le contour du triangle ne peut pas être représenté par une seule formule. Il en est de même de la série des nombres naturels dont nous avons déjà parlé, et les nombres 1, 2, 3, etc.,

sont discontinus et ne peuvent être exprimés en algèbre qu'en supposant une condition qui n'est pas écrite. Ces exemples si simples sont bien propres à faire comprendre l'utilité, la nécessité même de l'emploi des fonctions discontinues dans l'analyse. Plus on avance, plus on reconnaît cette nécessité, et, lorsqu'on étudie à fond cette matière, on est porté naturellement à considérer toute fonction finie comme pouvant se rattacher à une fonction discontinue. En effet, une fonction finie étant donnée, on peut toujours concevoir qu'au delà de ses limites, elle se rattache à une infinité de fonctions discontinues qui, entre ces limites, se réduisent à la fonction donnée. C'est ainsi, pour chercher un exemple dans les éléments de la théorie des courbes, qu'un arc de cercle, d'une longueur déterminée, peut être considéré comme un des côtés d'une infinité de polygones différents, auxquels il se rattache par des formules discontinues, et dont un seul, le cercle, est continu.

» Nous ne nous arrêterons pas ici aux diverses fonctions discontinues déjà employées par différents géomètres. Nous rappellerons seulement que, dans un Mémoire publié depuis plusieurs années, nous avons montré comment toute fonction discontinue pouvait se décomposer en deux facteurs, dont l'un exprimait la condition de discontinuité entre deux limites données, et l'autre donnait les valeurs que devait prendre la fonction entre ces mêmes limites. Ces conditions de discontinuité s'expriment facilement par des intégrales définies de même genre que celles qui servent à représenter les fonctions discontinues elles-mêmes; mais, comme ces fonctions doivent être souvent employées dans des problèmes d'algèbre ou de théorie de nombres où les intégrales définies ne pourraient guère figurer, nous avons cherché des formules plus simples, propres aux applications algébriques. Ces fonctions élémentaires n'offrent aucune difficulté, surtout quand il s'agit de les appliquer aux fonctions entières : elles reposent sur les propriétés les plus simples des exposants et elles ont l'avantage d'introduire dans l'algèbre ordinaire des méthodes qui semblaient jusqu'ici réservées pour la haute analyse.

» Un des cas les plus fréquents de discontinuité dont les géomètres aient à s'occuper, consiste dans l'application à un petit nombre de termes d'une formule générale qui suppose l'existence d'une série indéfinie. Ainsi, le développement d'une puissance quelconque d'un polynôme indéfini étant connu, comment devra-t-on s'y prendre pour appliquer cette formule à un trinôme (1) ou à un quadrinôme donné? Ce

(1) Au trinôme $ax^n + bx^m + cx^p$, par exemple.

genre de discontinuité offre de notables difficultés. Pour les aplanir, il faut compléter la série que l'on doit traiter et la réduire à un polynôme indéfini, à l'aide de certaines fonctions discontinues soumises toutes à la même loi, mais qui ne laissent subsister que les termes que l'on doit considérer. De cette manière, ces termes prennent place dans une série indéfinie, le développement s'opère régulièrement; et comme les termes que l'on a ajoutés pour obtenir cette régularité sont tous multipliés par une fonction qui se réduit à zéro, ils disparaissent dans l'expression finale à laquelle, sans en altérer la valeur, ils donnent une régularité et une généralité qui lui manqueraient autrement. Il arrive ici à peu près ce qu'on voit dans la série de Maclaurin, où, après avoir différencié, si l'on égale à zéro la variable, il ne reste que le terme dont on veut déterminer le coefficient. Seulement, en complétant, comme nous venons de le dire, une portion de série sur laquelle on veut opérer, il n'y a ni différentiation ni aucune autre opération à effectuer, et les fonctions discontinues sont choisies de manière qu'elles s'évanouissent d'elles-mêmes quand elles multiplient des termes qui ne doivent pas se trouver dans le résultat final. Il est facile de voir que par l'emploi de fonctions discontinues différentes, on pourrait compléter ces portions de série d'une infinité de manières, et que, malgré la diversité apparente des formules, on parviendrait toujours aux mêmes résultats.

» C'est en intégrant par la méthode des substitutions successives une équation aux différences d'ordre indéfini que nous avons obtenu pour la première fois, directement, le terme général du développement d'un polynôme quelconque, sans passer par les termes précédents, et sans ramener la question à une autre question qu'on ne saurait pas résoudre généralement, comme on l'avait fait toujours. Cette question nous a amené à étudier particulièrement les équations aux différences dont l'ordre et le nombre des termes augmentent avec la valeur de la variable. Ces équations, qu'on n'avait jamais considérées d'une manière spéciale, mais qui renferment la solution d'un grand nombre de problèmes intéressants, peuvent toujours être intégrées complétement. Non-seulement on obtient par notre méthode la loi de la série qui exprime l'intégrale, mais nous avons montré que l'on peut toujours avoir cette intégrale sous forme finie, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer aucune opération nouvelle, et en employant seulement le signe Σ, déjà affecté par les analystes à ces sortes d'intégrales, et qui exprime, comme on le sait, la somme d'un certain nombre de termes semblables. Après avoir intégré ces équations d'ordre

indéfini, nous nous sommes aperçu qu'étant donnée une équation aux différences d'un ordre fini quelconque, il était possible, à l'aide des fonctions discontinues, de ramener cette dernière équation à une autre équation d'ordre indéfini, et qu'il suffisait pour cela d'employer un artifice analogue à celui qui nous avait permis de transformer en un polynôme indéfini un polynôme composé d'un nombre fini de termes. C'est ainsi que, dans un travail inséré dans le XIVe volume des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de l'Institut*, nous avons pu intégrer les équations linéaires aux différences du second ordre à coefficients constants ou variables. On sait que Lagrange a intégré l'équation linéaire aux différences du premier ordre, et que Laplace et d'autres géomètres avaient cherché à plusieurs reprises à intégrer, sous forme finie, les équations linéaires à coefficients variables du second ordre. Jusqu'au moment où nous avons donné l'intégrale générale de ces équations, on pensait généralement que, pour les équations aux différences, il fallait se borner à peu près aux mêmes cas auxquels on est forcé de s'arrêter pour les équations différentielles. Cependant, dès nos premières recherches en ce genre de questions, nous n'avons jamais partagé cette opinion : il nous semblait en effet qu'on ne devait nullement établir une comparaison de cette nature entre les équations aux différences qu'on peut toujours résoudre pour des valeurs données quelconques de la variable, et les équations différentielles qui sont presque toujours également difficiles à intégrer sous forme finie, soit qu'il s'agisse de la valeur générale, soit que l'on se borne à chercher des valeurs numériques de la variable.

» La méthode exposée dans le Mémoire que nous venons de citer peut s'appliquer aux équations linéaires aux différences de tous les ordres, et nous avons remarqué récemment qu'on peut l'étendre à une équation quelconque aux différences, linéaire ou non linéaire. Cependant, comme il serait peut-être difficile d'après le court Mémoire que nous avons déjà publié sur ce point, de bien comprendre comment, et par quel moyen on peut résoudre ce problème, qui est un des plus généraux que les analystes aient jamais entrepris, nous avons pensé qu'il fallait reprendre cette théorie et l'exposer avec tous les développements nécessaires aux géomètres. C'est ce que nous avons fait dans le Mémoire que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Sans entrer ici dans des détails qui ne peuvent être facilement saisis qu'à l'aide des formules et des développements analytiques qu'on trouvera dans la suite de ce Mémoire, nous nous bornerons à dire que nous nous sommes

proposé spécialement dans ce travail de réduire en analyse et d'écrire dans le langage algébrique les tentatives que fait l'esprit lorsqu'il cherche la solution d'un problème. Jusqu'ici ces tâtonnements, qui conduisent souvent, et par méthode d'exclusion, à la solution cherchée, avaient échappé à l'analyse, et il en résultait qu'une foule de questions qui peuvent être résolues par des tentatives répétées, ne sembleraient pas admettre de solution générale. Ainsi, par exemple, rien n'est plus facile que de déterminer par tâtonnement, et à l'aide d'opérations arithmétiques fort simples, les diviseurs d'un nombre donné, et de s'assurer si ce nombre est premier ou ne l'est pas. Et pourtant, comme ces opérations et les tentatives que l'on faisait pour résoudre la question dans chaque cas particulier ne pouvaient pas s'écrire en analyse par les méthodes connues, il en résultait que ce problème, fort simple en réalité, devenait très-difficile, et que la loi des diviseurs des nombres et des nombres premiers semblait, suivant une assertion de Legendre, devoir toujours échapper à l'analyse algébrique. Rien ne paraissait pouvoir lier entre elles ces diverses opérations; cependant, à l'aide des fonctions discontinues, nous montrons dans ce Mémoire comment chaque tentative que fait l'esprit peut laisser une trace dans l'analyse, et nous déduisons de ces principes la loi des nombres premiers, ainsi que d'autres formules du même genre. Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, nous ne nous étendrons pas ici sur l'énumération des questions que nous avons traitées par ces principes, et nous nous bornerons à un seul énoncé qui, par sa généralité, nous paraît devoir être signalé, peut-être, à l'attention des géomètres.

» Tous ceux qui ont la plus légère connaissance des échecs ont entendu parler d'un problème dans lequel on se propose de faire parcourir successivement au cavalier toutes les cases de l'échiquier sans passer deux fois par la même case. Cette question, qui a occupé à différentes époques les plus célèbres géomètres, parmi lesquels il suffira de citer Moivre, Euler et Vandermonde (1), n'a été résolue que par une suite de tentatives ingénieuses qui ont fait découvrir une foule de solutions pratiques. Mais il n'y a rien de général dans ces solutions, qui sont purement numériques, et l'analyse mathématique n'a été d'aucun secours pour des problèmes qu'on ne savait pas mettre en équation. Cette question, qui se rattache à la géométrie de situation, peut se résoudre généralement à l'aide de nos principes, et par l'emploi des

(1) Récemment cette question a été traitée par M. de Lavernède et par M. Ciccolini, qui, tous les deux, ont varié et généralisé les résultats déjà obtenus.

fonctions discontinues. Toutes les circonstances du problème, la marche du cavalier sur l'échiquier, la condition de ne pas le faire passer deux fois de suite sur la même case, et la condition plus difficile encore qui tient aux limites, et qui consiste à empêcher le cavalier de sortir de l'échiquier, tout cela se trouve exprimé analytiquement, et ce problème est résolu complétement à l'aide des principes que nous exposons dans ce Mémoire. Mais notre méthode ne se borne pas à reproduire analytiquement des solutions déjà obtenues; elle s'applique à tout problème de la même nature. Ainsi, par exemple, étant donné un échiquier d'une forme quelconque, régulière ou irrégulière, composé d'un nombre n de cases, on pourra déterminer quel est le plus grand nombre de cases qu'un cavalier ou une autre pièce quelconque du jeu des échecs pourra parcourir sur cet échiquier sans revenir deux fois à la même case. Cette solution se généralise beaucoup, en l'étendant aux solides et à des mouvements finis quelconques; elle est un exemple de l'utilité de l'emploi des fonctions discontinues dans cette géométrie de situation qui a occupé souvent les géomètres, et qui semblait jusqu'ici tirer plus de secours de la sagacité individuelle de chacun, que des méthodes générales de l'analyse.

» En résumé, le Mémoire que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie a principalement pour objet de soumettre à l'analyse mathématique une classe très-étendue de problèmes qu'on ne résolvait jusqu'à présent que dans des cas particuliers, et principalement ces questions qu'on ne pouvait traiter que par des tentatives répétées et par une sorte de divination. Par notre méthode, chaque tentative inutile laisse une trace, et la marche de l'analyse suit ainsi celle de l'esprit dans ses investigations. Ces principes sont surtout utiles dans tous les problèmes *inverses*, qu'on ne résout habituellement que par des tentatives répétées et souvent infructueuses. Lorsque le nombre des tentatives est fini (ce qui arrive le plus souvent dans les fonctions entières), le problème se trouve ainsi résolu complétement, et l'on obtient la formule générale cherchée.

» Il ne serait pas impossible de se rendre compte de cette espèce de lien singulier qui, dans notre analyse, paraît exister entre les fonctions discontinues et les opérations de l'entendement. Lorsque l'esprit humain cherche la solution d'une question, il ne parcourt pas successivement tous les cas possibles, en passant d'un cas donné à un autre qui diffère infiniment peu de celui-là, car le nombre infini de combinaisons qui résulterait de ce moyen d'investigation rendrait impossible toute solution. L'esprit qui cherche et

qui tente, guidé par des lois qui nous sont inconnues, après avoir examiné la question sous un aspect donné, passe souvent à une autre tentative, qui ne paraît avoir avec la première aucune liaison apparente. Ces diverses opérations ne sont pour nous liées entre elles que par la mémoire, qui avertit l'entendement de ne pas répéter une tentative inutile qu'il aurait déjà faite. L'analyse mathématique, dans sa généralité, ne procède pas par tentatives : elle réussit ou elle s'arrête, et ces procédés de tâtonnement, que, dès la *division*, emploie l'arithmétique lui échappent dans les questions générales. C'est une telle lacune que nous nous sommes efforcé de combler. S'il nous était permis de nous exprimer ainsi, nous dirions que nous avons tâché de donner à l'analyse mathématique quelque chose qui ressemblât à la mémoire, afin qu'elle pût se guider dans des tentatives qu'il fallait renouveler sans cesse, et dont il était nécessaire de garder la trace et le souvenir.

» Nous prions les géomètres de ne pas repousser sans examen les idées que nous exposons ici, et auxquelles nous avons cru devoir joindre quelques rapprochements philosophiques. Bien que des rapprochements de ce genre n'accompagnent pas habituellement les Mémoires de mathématiques, nous avons pensé qu'au moment de réunir et de présenter en un corps de doctrine des recherches qui nous avaient occupé si longuement, il devait nous être permis d'exposer rapidement la suite de nos idées à cet égard, et de montrer quels étaient les principes qui nous avaient toujours dirigé. D'ailleurs ce n'est que dans cette introduction qu'on a pu trouver des idées de cette nature. La partie analytique, qui paraîtra dans les Mémoires de l'Académie, ne contiendra que des calculs et des formules analytiques. Dans ces formules, nous n'avons voulu admettre aucun signe nouveau, ni aucune opération qui ne fût élémentaire; car souvent ce qu'on appelle une formule générale n'est qu'une expression symbolique où la difficulté, cachée d'abord, se reproduit d'une autre manière. Afin que les méthodes que nous voulions employer ne pussent offrir aucune difficulté, nous avons commencé par exposer les premiers éléments de la question. Nous espérons que cette exposition simple et élémentaire de nos principes ne laissera aucun doute sur la généralité de nos formules et de nos solutions. »

A la suite de la lecture faite par M. *Libri*, M. Augustin Cauchy rappelle un Mémoire qu'il a présenté à l'Académie le 17 décembre 1824, et dont une partie avait pour objet la théorie des fonctions discontinues. Dans ce Mémoire, qui est revêtu de la signature du Secrétaire perpétuel, M. le baron Cuvier, et qui doit être prochainement imprimé dans

le *Recueil des Mémoires de l'Académie des Sciences*, l'auteur avait transformé en intégrales définies les fonctions discontinues qui s'évanouissent hors de certaines limites déterminées par des équations entre les variables indépendantes. Des intégrales définies du même genre avaient été appliquées par M. Cauchy, dans un autre Mémoire présenté à l'Académie le 26 mai 1824, à l'intégration de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre et à coefficients variables. Au reste, M. Cauchy se propose de revenir sur ces objets, dans un prochain article, où il reproduira des extraits de ces divers Mémoires.

« En réponse aux observations de M. *Cauchy*, M. **Libri** se borne à faire remarquer que les recherches dont parle M. Cauchy n'ayant pas été imprimées, elles n'ont pas pu être citées par M. Libri, qui n'en avait jamais eu connaissance. Les premières recherches de M. Libri sur les formules générales, dont il s'est occupé de nouveau aujourd'hui, ont été lues à l'Académie des Sciences de Turin, dans la séance du 14 juillet 1822, et ont paru à Turin en 1823. Un Mémoire de M. Libri, sur les fonctions discontinues, a été imprimé à Pise en 1827. M. Libri croit devoir ajouter que les recherches dont parle M. Cauchy ne paraissent avoir aucun rapport avec celles que M. Libri a faites à différentes époques pour appliquer les fonctions discontinues aux fonctions entières. »

ANALYSE. — *Note sur une formule qui sert à développer, suivant les puissances entières d'un accroissement attribué au cosinus d'un arc, les accroissements correspondants que prennent les cosinus des multiples de cet arc; par* M. **Augustin Cauchy**.

« La formule connue qui transforme le cosinus d'un multiple d'un arc en une fonction entière du cosinus de cet arc, fournit évidemment le moyen de développer suivant les puissances ascendantes d'un accroissement attribué à ce dernier cosinus, l'accroissement correspondant du cosinus de l'arc multiple. Mais, dans le développement ainsi obtenu, chaque puissance de l'accroissement attribué au cosinus de l'arc simple se trouve multipliée par une fonction entière de ce même cosinus; et, dans l'intérêt de l'Astronomie, il convenait de substituer à cette fonction entière une fonction linéaire des cosinus des arcs multiples. J'y suis heureusement parvenu, à l'aide d'un procédé que je vais indiquer dans cette Note, et qui fournit, sous une forme très-simple, le développement cherché.

» Soient ϖ un arc réel, et k un nombre entier. On aura, en vertu d'une formule connue (voir l'*Analyse algébrique*, p. 234 et 235),

(1)
$$\cos k\varpi = 2^{k-1}\left[\cos^k\varpi - \frac{k}{4}\cos^{k-2}\varpi + \frac{k}{4^2}\frac{k-3}{2}\cos^{k-4}\varpi - \frac{k}{4^3}\frac{(k-4)(k-5)}{2.3}\cos^{k-6}\varpi + \ldots\right].$$

Supposons maintenant que l'arc ϖ acquière une valeur nouvelle représentée par p, ou, ce qui revient au même, un accroissement représenté par $p - \varpi$. Les accroissements correspondants des cosinus

$$\cos\varpi, \quad \cos k\varpi$$

seront

$$\cos p - \cos\varpi, \quad \cos kp - \cos k\varpi;$$

et, si l'on nomme α le premier de ces accroissements, ou, en d'autres termes, si l'on pose

(2)
$$\cos p = \cos\varpi + \alpha,$$

alors, pour obtenir la valeur de $\cos kp$, et par suite la valeur de l'accroissement

$$\cos kp - \cos k\varpi,$$

il suffira de recourir aux formules (1) et (2), desquelles on tirera

(3)
$$\cos kp = 2^{k-1}\left[(\cos\varpi+\alpha)^k - \frac{k}{4}(\cos\varpi+\alpha)^{k-2} + \frac{k}{4^2}\frac{k-3}{2}(\cos\varpi+\alpha)^{k-4} - \text{etc}\ldots\right].$$

On pourrait aisément développer le second membre de la formule (3) suivant les puissances ascendantes de α. Mais alors chacune de ces puissances se trouverait multipliée par une fonction entière de $\cos\varpi$; et dans l'intérêt de l'Astronomie, il convient de substituer à cette fonction entière une fonction linéaire de

$$\cos\varpi, \quad \cos 2\varpi, \quad \cos 3\varpi, \quad \text{etc.}$$

On y parviendra en opérant comme il suit.

» Posons

(4)
$$e^{p\sqrt{-1}} = s, \quad e^{\varpi\sqrt{-1}} = \varsigma.$$

L'équation (2) donnera

$$s + \frac{1}{s} = \varsigma + \frac{1}{\varsigma} + 2\alpha,$$

par conséquent

(5) $$s = \varsigma + 2\alpha \frac{s}{s - \frac{1}{s}};$$

et l'on aura

(6) $$\cos kp = \frac{1}{2}(s^k + s^{-k}).$$

D'ailleurs, si, en supposant la valeur de s déterminée par l'équation (5), on développe s^k suivant les puissances ascendantes de 2α, le coefficient du rapport

$$\frac{(2\alpha)^n}{1.2...n},$$

dans ce développement, sera, d'après le théorème de Lagrange, et pour $n > 0$, la valeur de l'expression

$$\mathrm{D}_s^{n-1}\left[k s^{k-1}\left(\frac{s}{s - \varsigma^{-1}}\right)^n\right] = k\,\mathrm{D}_s^{n-1} \frac{s^{k+n-1}}{(s - \varsigma^{-1})^n},$$

correspondante à $s = \varsigma$, ou, ce qui revient au même, la valeur du produit

(7) $$k\varsigma^{k-n}\mathrm{D}_{\text{ȣ}}^{n-1} \frac{\text{ȣ}^{k+n-1}}{\text{ȣ} - (\varsigma^{-2})^n}$$

correspondante à la valeur 1 d'une nouvelle variable ȣ liée à s par la formule

$$s = \varsigma\text{ȣ}.$$

Donc, puisque $\cos kp$ représente la partie réelle de l'expression imaginaire

$$s^k = e^{kp\sqrt{-1}} = \cos kp + \sqrt{-1}\,\sin kp,$$

le coefficient du rapport

$$\frac{(2\alpha)^n}{1.2...\,n},$$

dans le développement de $\cos kp$, sera, pour des valeurs positives de n, la partie réelle de l'expression (7), c'est-à-dire la moitié de la somme qu'on obtient quand on ajoute à cette expression celle qu'on en déduit, en

y remplaçant

$$\varsigma = e^{\varpi\sqrt{-1}} \quad \text{par} \quad \varsigma^{-1} = e^{-\varpi\sqrt{-1}}.$$

Donc, si l'on pose

$$(8) \qquad \cos kp = K_0 + K_1(2\alpha) + K_2(2\alpha)^2 + \ldots + K_k(2\alpha)^k,$$

on aura non-seulement

$$K_0 = \cos k\varpi,$$

mais aussi, pour des valeurs positives de n,

$$K_n = \frac{\frac{1}{2}k}{1.2.3\ldots n} \mathrm{D}_\upsilon^{n-1} \left\{ \left[\frac{\varsigma^{k-n}}{(\upsilon-\varsigma^{-2})^n} + \frac{\varsigma^{-k+n}}{(\upsilon-\varsigma^2)^n} \right] \upsilon^{k-n+1} \right\},$$

ou, ce qui revient au même,

$$(9) \qquad K_n = \frac{(-1)^{n-1}\frac{k}{2n}}{[1.2\ldots(n-1)]^2} \mathrm{D}_\upsilon^{n-1} \left[\upsilon^{k-n+1} \mathrm{D}_\upsilon^{n-1} \left(\frac{\varsigma^{k-n}}{\upsilon-\varsigma^{-2}} + \frac{\varsigma^{-k+n}}{\upsilon-\varsigma^2} \right) \right],$$

υ devant être réduit à l'unité après les différentiations. Concevons maintenant que l'on développe chacun des rapports

$$\frac{1}{\upsilon-\varsigma^{-2}}, \quad \frac{1}{\upsilon-\varsigma^2}$$

en progression géométrique. On trouvera, en désignant par l un nombre entier quelconque,

$$(10) \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\upsilon-\varsigma^{-2}} &= \upsilon^{-1} + \varsigma^{-2}\upsilon^{-2} + \varsigma^{-4}\upsilon^{-3} + \ldots + \varsigma^{-2l+2}\upsilon^{-l} + \frac{\varsigma^{-2l}\upsilon^{-l}}{\upsilon-\varsigma^{-2}}, \\ \frac{1}{\upsilon-\varsigma^2} &= \upsilon^{-1} + \varsigma^2\upsilon^{-2} + \varsigma^4\upsilon^{-4} + \ldots + \varsigma^{2l-2}\upsilon^{-l} + \frac{\varsigma^{2l}\upsilon^{-l}}{\upsilon-\varsigma^2}, \end{aligned} \right.$$

puis en posant, pour abréger,

$$[k]_l = \frac{k(k+1)\ldots(k+l-1)}{1.2\ldots l},$$

et ayant égard à la formule

$$\frac{1}{2}(\varsigma^k + \varsigma^{-k}) = \cos k\varpi,$$

on tirera immédiatement de l'équation (9), jointe aux formules (10),

$$(11)\qquad K_n = \frac{k}{n}\left\{\begin{array}{l}[1]_{n-1}[k-n+1]_{n-1}\cos(k-n)\varpi + [2]_{n-1}[k-n]_{n-1}\cos(k-n-2)\varpi + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + [l]_{n-1}[k-n-l+2]_{n-1}\cos(k-n-2l+2)\varpi\end{array}\right\} + L_n,$$

la valeur de L_n étant

$$(12)\quad L_n = \frac{(-1)^{-1}\frac{k}{2n}}{[1.2..(n-1)]^2}\,\mathrm{D}_{\text{ȣ}}^{n-1}\left\{\text{ȣ}^{k-n+1}\,\mathrm{D}_{\text{ȣ}}^{n-1}\left[\left(\frac{\varsigma^{k-n-2l}}{\text{ȣ}-\varsigma^{-2}} + \frac{\varsigma^{-k+n+2l}}{\text{ȣ}-\varsigma^{2}}\right)\text{ȣ}^{-l}\right]\right\},$$

et ȣ devant toujours être réduit à l'unité après les différentiations. D'ailleurs, l'équation (8) devant s'accorder avec l'équation (3), la valeur de K_n, et par suite la valeur de L_n, tirée de la formule (11), devront être des fonctions entières de

$$\cos\varpi = \varsigma + \frac{1}{\varsigma}.$$

Donc la valeur de L_n qui, en vertu de la formule (12), sera une fonction rationnelle de ς, devra ou devenir infinie avec $\frac{1}{\varsigma}$ pour une valeur nulle de ς, ou se réduire à une constante; et, pour que cette réduction ait lieu, il suffira de choisir le nombre l de telle sorte que, pour $\varsigma = 0$, L_n conserve une valeur finie. Cette condition sera évidemment remplie, si chacun des rapports

$$(13)\qquad \frac{\varsigma^{k-n-2l}}{\text{ȣ}-\varsigma^{-2}},\qquad \frac{\varsigma^{-k+n+2l}}{\text{ȣ}-\varsigma^{2}}$$

conserve lui-même une valeur finie pour $\varsigma = 0$. Or, pour une valeur nulle de ς, le premier des rapports (13) conservera une valeur finie, si l'on a

$$k - n - 2l > -2,$$

et le second, si l'on a

$$k - n - 2l < 0.$$

Donc la condition énoncée sera remplie si l'exposant

$$k - n - 2l$$

se réduit à l'une des quantités

$$0, \; -1, \; -2;$$

par exemple, si, $k - n$ étant impair, on suppose

$$(14) \qquad k - n - 2l = -1;$$

ou si, $k - n$ étant pair, on suppose

$$(15) \qquad k - n - 2l = -2.$$

Or, en admettant l'une de ces deux suppositions, et réduisant alors ς à zéro dans la formule (12), on tire de cette formule, 1° pour une valeur impaire de $k - n$,

$$(16) \qquad L_n = 0;$$

2° pour une valeur paire de $k - n$.

$$(17) \quad L_n = \frac{(-1)^{n+1} \frac{k}{2n}}{[1.2\ldots(n-1)]^2} D_z^{\,n-1} (z^{k-n+1} D_z^{\,n-1} z^{-l-1}) = \frac{1}{2} \frac{k}{n} [l+1]_{n-1} [k-n-l+1]_{n-1}.$$

Donc, en substituant à l et à L_n leurs valeurs tirées des formules (14) et (16), ou (15) et (17), on tirera de la formule (11), 1° pour une valeur impaire de $k-n$,

$$(18) \qquad K_n = \frac{k}{n} \left\{ \begin{array}{l} [1]_{n-1} [k-n+1]_{n-1} \cos(k-n)\varpi + [2]_{n-1} [k-n]_{n-1} \cos(k-n-2)\varpi \\ + [3]_{n-1} [k-n-1]_{n-1} \cos(k-n-4)\varpi + \ldots + \left[\frac{k-n+1}{2}\right]_{n-1} \left[\frac{k-n+3}{2}\right]_{n-1} \cos\varpi \end{array} \right\};$$

2° pour une valeur paire de $k-n$,

$$(19) \qquad K_n = \frac{k}{n} \left\{ \begin{array}{l} [1]_{n-1} [k-n+1]_{n-1} \cos(k-n)\varpi + [2]_{n-1} [k-n]_{n-1} \cos(k-n-2)\varpi \\ + [3]_{n-1} [k-n-1]_{n-1} \cos(k-n-4)\varpi + \ldots + \frac{1}{2} \left[\frac{k-n+2}{2}\right]_{n-1} \left[\frac{k-n+2}{2}\right]_{n-1} \end{array} \right\}.$$

Il est bon d'observer que les formules (18), (19) sont l'une et l'autre com-

prises dans la formule

$$(20)\quad K_n = \frac{k}{n} e^{-(k-n)\varpi\sqrt{-1}} \sum_{l=0}^{l=k-n} [l+1]_{n-1} [k-n-l+1]_{n-1} e^{2l\varpi\sqrt{-1}},$$

que l'on pourrait remplacer par la suivante

$$(21)\quad K_n = \frac{k}{n} \sum_{l=-(k-n)}^{l=k-n} \left[\frac{k-n-l+2}{2}\right]_{n-1} \left[\frac{k-n+l+2}{2}\right]_{n-1} e^{l\varpi\sqrt{-1}},$$

en supposant dans cette dernière le signe Σ étendu aux seules valeurs paires de l, lorsque $k-l$ serait pair, et aux seules valeurs impaires de l, lorsque $k-l$ serait impair.

» Si, dans la formule (18) ou (19), on attribue successivement à k les valeurs entières

$$1,\ 2,\ 3,\ 4, \ldots,$$

on tirera de ces formules jointes à l'équation (8), 1° pour des valeurs impaires de k,

$$(22)\quad \left\{\begin{aligned} \cos kp = {} & \cos k\varpi + k\left[\cos(k-1)\varpi + \cos(k-3)\varpi + \ldots + \cos 2\varpi + \frac{1}{2}\right](2\alpha) \\ & + \frac{k}{2}\left[(k-1)\cos(k-2)\varpi + 2(k-2)\cos(k-4)\varpi + \ldots + \left(\frac{k+1}{2}\right)\left(\frac{k+3}{2}\right)\cos\varpi\right](2\alpha)^2 \\ & + \frac{k}{3}\left[\frac{k-2}{1}\frac{k-1}{2}\cos(k-3)\varpi + \frac{2.3}{1.2}\frac{k-3}{1}\frac{k-2}{2}\cos(k-5)\varpi + \ldots + \frac{1}{2}\left(\frac{k-1}{2}\,\frac{k+1}{4}\right)^2\right](2\alpha)^3 \\ & + \text{etc.}\ldots \end{aligned}\right.$$

2°. pour des valeurs paires de k,

$$(23)\quad \left\{\begin{aligned} \cos kp = {} & \cos k\varpi + k\left[\cos(k-1)\varpi + \cos(k-3)\varpi + \ldots + \cos 3\varpi + \cos\varpi\right](2\alpha) \\ & + \frac{k}{2}\left[(k-1)\cos(k-2)\varpi + 2(k-2)\cos(k-4)\pi + \ldots + \frac{1}{2}\left(\frac{k}{2}\right)^2\right](2\alpha)^2 \\ & + \frac{k}{3}\left[\frac{k-2}{1}\frac{k-1}{2}\cos(k-3)\varpi + \frac{2.3}{1.2}\frac{k-2}{1}\frac{k-3}{2}\cos(k-5)\varpi + \ldots + \frac{k}{2}\,\frac{k+2}{4}\,\frac{k+2}{2}\,\frac{k+4}{4}\right](2\alpha)^3 \\ & + \text{etc.}\ldots \end{aligned}\right.$$

Ainsi, en particulier, on trouvera

$$\cos p = \cos\varpi + \alpha,$$
$$\cos 2p = \cos 2\varpi + 2\alpha\cos\varpi + 2\alpha^2,$$
$$\cos 3p = \cos 3\varpi + 3\alpha(1 + 2\cos 2\varpi) + 12\alpha^2\cos\varpi + 4\alpha^3,$$
$$\cos 4p = \cos 4\varpi + 8\alpha(\cos\varpi + \cos 3\varpi) + 8\alpha^2(2 + 3\cos 2\varpi) + 32\alpha^3\cos\varpi + 8\alpha^4,$$

etc...

» Dans un autre article je montrerai les avantages que l'on peut retirer de ces diverses formules appliquées à l'Astronomie. »

THÉORIE DE LA LUMIÈRE. — *Note sur le calcul des phénomènes que présente la lumière refléchie ou réfractée par la surface d'un corps transparent ou opaque.*

« Les *Comptes rendus* des séances de l'Académie des Sciences, pendant le premier semestre de l'année 1836, renferment diverses lettres que j'ai adressées de Prague à plusieurs membres de cette Académie, et qui sont relatives à la réflexion ou à la réfraction de la lumière par la surface extérieure ou intérieure des corps transparents ou opaques. De plus, dans la 7e livraison des nouveaux *Exercices de Mathématiques*, reçue par l'Académie des Sciences en août 1836, et mentionnée dans le *Bulletin bibliographique* du 16 août (tome III des *Comptes rendus*, page 179), j'ai dit positivement que les lois de cette réflexion et de cette réfraction se déduisaient des formules générales données au bas de la page 203 de cette même livraison. Je viens aujourd'hui justifier cette assertion, qui se trouve reproduite, avec les formules dont il s'agit, dans le *Compte rendu* de la séance du 17 juin 1839 (*voir* les observations relatives à une lettre de M. Mac-Cullagh, page 970), et prouver que de ces formules on peut tirer en effet les conclusions énoncées dans mes diverses lettres de mars et d'avril 1836. Pour simplifier les calculs, j'ai eu recours à la considération des variables imaginaires, que j'ai substituées aux déplacements moléculaires dans le Mémoire lithographié d'août 1836, c'est-à-dire, en d'autres termes, à la considération de ce que j'ai nommé, dans mes nouveaux Mémoires, les *déplacements symboliques des molécules.*

ANALYSE.

§ I. *Équations d'un mouvement simple de l'éther.*

» Considérons un mouvement simple de l'éther renfermé dans un milieu dont la constitution reste partout la même, et soient, au bout du temps t,

ξ, η, ζ les déplacements rectangulaires infiniment petits, mais effectifs, de la molécule dont les coordonnées rectangulaires étaient représentées à l'origine du mouvement par x, y, z.

» Soient encore

$\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$, $\bar{\zeta}$ les déplacements symboliques de la même molécule, c'est-à-dire, des variables imaginaires dont ξ, η, ζ représentent les parties réelles. Ces déplacements symboliques seront de la forme

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} \bar{\xi} = \bar{A} e^{(ux + vy + wz - st)\sqrt{-1}}, \quad \bar{\eta} = \bar{B} e^{(ux + vy + wz - st)\sqrt{-1}}, \\ \bar{\zeta} = \bar{C} e^{(ux + vy + wz - st)\sqrt{-1}}; \end{array} \right.$$

u, v, w, s, $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{C}$ désignant des constantes réelles ou imaginaires. Si la constante s devient réelle, le mouvement simple sera persistant, et alors la valeur de s, ou la durée

$$T = \frac{2\pi}{s}$$

des vibrations moléculaires, déterminera, dans la théorie de la lumière, la nature de la couleur. Si la propagation de la lumière s'effectue en tous sens suivant les mêmes lois, ou, en d'autres termes, si le milieu donné est isophane, la valeur de k, déterminée par la formule

$$(2)\qquad k^2 = u^2 + v^2 + w^2,$$

sera liée à s par une certaine équation, en sorte que s étant connu, k le sera pareillement; et de plus les coefficients $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{C}$ vérifieront la condition

$$(3)\qquad u\bar{A} + v\bar{B} + w\bar{C} = 0$$

(*voir* les pages 56 et 88 du Mémoire lithographié sous la date d'août 1836). Enfin, si l'on dispose de la direction des axes coordonnés, ce qui est toujours possible, de manière que l'on ait

$$(4)\qquad w = 0,$$

les formules (2), (3) donneront

$$(5)\qquad k^2 = u^2 + v^2,$$

$$(6)\qquad u\bar{A} + v\bar{B} = 0,$$

et l'on vérifiera l'équation (4) en posant

$$\bar{A} = \frac{v}{k}\bar{H}, \quad \bar{B} = -\frac{u}{k}\bar{H},$$

$\bar{H}$ désignant une constante réelle ou imaginaire. Alors aussi les équations (1) pourront être remplacées par quatre équations de la forme

$$(7) \qquad \bar{\xi} = \frac{v}{k}\bar{8}, \quad \bar{\eta} = -\frac{u}{k}\bar{8},$$

$$(8) \qquad \bar{8} = \bar{K}e^{(ux+vy-st)\sqrt{-1}}, \quad \bar{\zeta} = \bar{C}e^{(ux+vy-st)\sqrt{-1}},$$

$\bar{8}$ désignant une nouvelle variable imaginaire.

» Lorsque le milieu donné devient transparent, k est une quantité réelle que l'on peut supposer déterminée par l'équation

$$(9) \qquad k = (u^2 + v^2 + w^2)^{\frac{1}{2}},$$

et par conséquent positive. Alors aussi u, v, w seront réels, si le mouvement simple se propage dans le milieu donné sans s'affaiblir. Dans ce cas, la longueur

$$l = \frac{2\varpi}{k}$$

sera l'épaisseur d'une onde lumineuse, ou la longueur d'une ondulation; et les rapports

$$\frac{u}{k}, \quad \frac{v}{k}, \quad \frac{w}{k}$$

représenteront les cosinus des angles que formera la perpendiculaire au plan d'une onde avec les demi-axes des coordonnées positives. Donc alors, quand la condition (4) sera remplie, les plans des ondes seront parallèles à l'axe des z; et si d'ailleurs on a choisi les demi-axes des coordonnées positives, de manière que les coefficients u, v soient positifs, on aura

$$(10) \qquad \frac{u}{k} = \cos\tau, \quad \frac{v}{k} = \sin\tau,$$

τ désignant l'angle formé par la perpendiculaire au plan d'une onde avec

le demi-axe des x positives. De plus, si, dans cette hypothèse, on nomme $ȣ$ la partie réelle de la variable imaginaire $\overline{ȣ}$, les formules (7) entraîneront les suivantes

$$(11) \qquad \xi = \frac{v}{k} ȣ, \quad \eta = -\frac{u}{k} ȣ,$$

que l'on pourra réduire à

$$(12) \qquad \xi = ȣ \cos \tau, \quad \eta = -ȣ \sin \tau.$$

Or il est clair qu'en vertu des formules (12), $ȣ$ représentera le déplacement d'une molécule d'éther mesuré parallèlement au plan des x, y, et pris avec le signe $+$ ou avec le signe $-$, suivant que la molécule se trouvera transportée du côté des x positives ou du côté des x négatives. Cela posé, si, dans le mouvement simple que l'on considère, chaque rayon lumineux est regardé comme formé par la superposition de deux autres, dont le premier soit renfermé dans le plan des x, y, et dont le second offre des vibrations perpendiculaires à ce même plan, les déplacements effectifs ou symboliques des molécules se trouveront évidemment représentés, dans le premier des deux rayons composants, par les variables $ȣ$, $\overline{ȣ}$; dans le second, par les variables ζ, $\bar{\zeta}$.

§ II. *Rayons réfléchis ou réfractés par la surface de séparation de deux milieux isophanes.*

» Si l'on adopte comme conditions relatives à la surface de séparation, celles que j'ai données dans la 7e livraison des *Nouveaux Exercices de Mathématiques*, page 203; la dilatation linéaire de l'éther, mesurée perpendiculairement à cette surface, conservera la même valeur dans le passage du premier milieu au second, et l'on pourra en dire autant des trois fonctions différentielles alternées

$$D_z \eta - D_y \zeta, \quad D_x \zeta - D_z \xi, \quad D_y \xi - D_x \eta,$$

ξ, η, ζ désignant les déplacements rectangulaires d'une molécule d'éther dont les coordonnées initiales étaient x, y, z. Supposons, pour fixer les idées, que, les deux milieux étant séparés l'un de l'autre par le plan des y, z,

l'axe des z soit parallèle au plan des ondes lumineuses, et par conséquent perpendiculaire au plan d'incidence. Si l'on nomme

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\quad \text{et}\quad \xi',\ \eta',\ \zeta'$$

les déplacements des molécules mesurés dans le premier et dans le second milieu, ces déplacements seront indépendants de la coordonnée z, et l'on aura, pour $x = 0$,

$$(1)\qquad \begin{cases} D_x\xi = D_x\xi', & D_y\xi - D_x\eta = D_y\xi' - D_x\eta', \\ D_x\zeta = D_x\zeta', & D_y\zeta = D_y\zeta'. \end{cases}$$

Concevons maintenant que, pour plus de commodité, on décompose chaque déplacement, mesuré dans le premier milieu, en deux autres, dont le premier soit relatif au rayon incident, le second au rayon réfléchi. Soient alors

$$\xi,\ \eta,\ \zeta$$

les déplacements d'une molécule, mesurés dans le rayon incident, et $\xi_{,}$, $\eta_{,}$, $\zeta_{,}$ les déplacements mesurés dans le rayon réfléchi. On devra, dans les formules (1), remplacer les trois lettres

$$\xi,\ \eta,\ \zeta$$

par les trois sommes

$$\xi + \xi_{,},\quad \eta + \eta_{,},\quad \zeta + \zeta_{,}.$$

Donc, à la place des formules (1), on obtiendra les suivantes :

$$(2)\begin{cases} D_x(\xi+\xi_{,}) = D_x\xi', & D_y(\xi+\xi_{,}) - D_x(\eta+\eta_{,}) = D_y\xi' - D_x\eta', \\ D_x(\zeta+\zeta_{,}) = D_x\zeta', & D_y(\zeta+\zeta_{,}) = D_y\zeta'. \end{cases}$$

Soient maintenant

$$\bar{\xi},\ \bar{\eta},\ \bar{\zeta},\quad \overline{\xi_{,}},\ \overline{\eta_{,}},\ \overline{\zeta_{,}},\quad \overline{\xi'},\ \overline{\eta'},\ \overline{\zeta'},$$

les déplacements symboliques correspondants aux déplacements effectifs

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\quad \xi_{,},\ \eta_{,},\ \zeta_{,},\quad \xi',\ \eta',\ \zeta',$$

on pourra supposer ces déplacements symboliques assujettis à vérifier, pour $x = 0$, des conditions semblables aux formules (2), savoir :

$$(3)\left\{\begin{array}{ll} D_x(\bar\xi+\bar\xi_{,}) = D_x\bar\xi', & D_y(\bar\xi+\bar\xi_{,}) - D_x(\bar\eta+\bar\eta_{,}) = D_y\bar\xi' - D_x\bar\eta', \\ D_x(\bar\zeta+\bar\zeta_{,}) = D_x\bar\zeta', & D_y(\bar\zeta+\bar\zeta_{,}) = D_y\zeta'. \end{array}\right.$$

D'autre part, les déplacements symboliques

$$\bar\xi, \bar\eta, \bar\zeta,$$

seront liés à x, y, z, t par les formules (7), (8) du § I^{er}, c'est-à-dire par des équations de la forme

$$(4)\quad\left\{\begin{array}{l} \bar\xi = \frac{v}{k}\bar8, \qquad \bar\eta = -\frac{u}{k}\bar8, \\ \bar8 = \bar{\mathrm{H}}\, e^{(ux+vy-st)\sqrt{-1}};\ \bar\zeta = \bar{\mathrm{C}} e^{(ux+vy-st)\sqrt{-1}}; \end{array}\right.$$

et si l'on nomme

$$s_{,}, u_{,}, v_{,}, w_{,}, k_{,}, \bar{\mathrm{H}}_{,}, \bar{\mathrm{C}}_{,} \quad \text{ou} \quad s', u', v', w', \bar{\mathrm{H}}', \bar{\mathrm{C}}',$$

ce que deviennent

$$s, u, v, w, k, \bar{\mathrm{H}}, \bar{\mathrm{C}},$$

quand on passe du rayon incident au rayon réfléchi ou réfracté, chacune des formules (4) continuera de subsister, quand on y affectera d'un accent inférieur ou supérieur toutes les lettres autres que x, y, z, t. Cela posé, chacune des conditions (3) se réduisant à une équation de la forme

$$\gamma e^{(vy-st)\sqrt{-1}} + \gamma e^{(v_{,}y-s_{,}t)\sqrt{-1}} = \gamma' e^{(v'-s't)\sqrt{-1}},$$

dans lesquelles $\gamma, \gamma_{,}, \gamma'$ représenteront trois quantités constantes, entraînera immédiatement, en vertu d'un théorème établi dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique* (5^e et 6^e livraison, page 158), les deux conditions

$$(5)\qquad v = v_{,} = v', \quad s = s_{,} - s';$$

et, comme la formule

$$s_{,} = s$$

entraînera encore celle-ci

$$k_{,} = k,$$

les trois équations analogues à la formule (1) du § I^{er}, savoir,

$$(6) \qquad u^2 + v^2 = k^2, \quad u_{,}^2 + v_{,}^2 = k_{,}^2, \quad u'^2 + v'^2 = k'^2,$$

deviendront

$$(7) \qquad u^2 + v^2 = k^2, \quad u_{,}^2 + v^2 = k^2, \quad u'^2 + v^2 = k'^2.$$

On aura donc par suite

$$u_{,}^2 = k^2 - v^2 = u^2,$$

puis on en conclura

$$(8) \qquad u_{,} = - u,$$

$u_{,}$ ne pouvant se réduire à u. Donc, en passant du rayon incident au rayon réfléchi ou réfracté, on obtiendra, au lieu des formules (4), les suivantes

$$(9) \qquad \begin{cases} \bar{\xi}_{,} = \frac{v}{k} \bar{\mathfrak{v}}_{,}, \quad \bar{\eta} = -\frac{u}{k} \bar{\mathfrak{v}}_{,}, \\ \bar{\mathfrak{v}} = \bar{\mathrm{H}}_{,}\, e^{(-ux+vy-st)\sqrt{-1}}, \quad \bar{\zeta} = \bar{\mathrm{C}}_{,}\, e^{(-ux+vy-st)\sqrt{-1}}, \end{cases}$$

$$(10) \qquad \begin{cases} \bar{\xi}' = \frac{v}{k'} \bar{\mathfrak{v}}', \quad \bar{\eta}' = -\frac{u}{k'} \bar{\mathfrak{v}}', \\ \bar{\mathfrak{v}}' = \bar{\mathrm{H}}'\, e^{(u'x+vy-st)\sqrt{-1}}, \quad \bar{\zeta}' = \bar{\mathrm{C}}'\, e^{(u'x+vy-st)\sqrt{-1}}. \end{cases}$$

Or, eu égard aux formules (4), (9), (10), les conditions (3) donneront

$$(11) \qquad \begin{cases} \frac{u}{k} (\bar{\mathrm{H}} - \bar{\mathrm{H}}_{,}) = \frac{u'}{k'} \bar{\mathrm{H}}', \quad k(\bar{\mathrm{H}} + \bar{\mathrm{H}}_{,}) = k' \bar{\mathrm{H}}', \\ u(\mathrm{C} - \mathrm{C}_{,}) = u' \bar{\mathrm{C}}', \quad \mathrm{C} + \mathrm{C}_{,} = \mathrm{C}'. \end{cases}$$

Si, dans les formules (11), on pose, pour plus de commodité,

$$\bar{\mathrm{H}}_{,} = \bar{\mathrm{I}}\bar{\mathrm{H}}, \quad \bar{\mathrm{C}}_{,} = \bar{\mathrm{J}}\bar{\mathrm{C}}, \quad \bar{\mathrm{H}}' = \bar{\mathrm{I}}'\bar{\mathrm{H}}, \quad \bar{\mathrm{C}} = \bar{\mathrm{J}}'\bar{\mathrm{C}},$$

on trouvera simplement

$$\frac{u}{k}(1-\bar{\mathrm{I}}) = \frac{u'}{k'}\bar{\mathrm{I}}', \quad k(1+\bar{\mathrm{I}}) = k'\bar{\mathrm{I}}',$$
$$u(1-\bar{\mathrm{J}}) = u'\mathrm{J}', \quad 1+\bar{\mathrm{J}} = \bar{\mathrm{J}}';$$

et par suite

$$(12)\quad \begin{cases} \bar{\mathrm{I}} = \dfrac{k'^2 u - k^2 u'}{k'^2 u + k^2 u'}, & \bar{\mathrm{I}}' = \dfrac{2kk' u}{k'^2 u + k^2 u'}, \\ \bar{\mathrm{J}} = \dfrac{u' - u}{u' + u}, & \mathrm{J}' = \dfrac{2u'}{u' + u}. \end{cases}$$

Ces dernières formules comprennent effectivement celles que nous avons données dans les *Comptes rendus* de 1836 et de 1839 comme propres à représenter les lois de la reflexion et de la réfraction produites par la surface extérieure ou intérieure d'un corps transparent ou opaque. C'est, au reste, ce que nous expliquerons plus en détail dans un nouvel article. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Liouville** *à* M. Arago.

« La démonstration que M. Maurice vient de donner du théorème sur l'invariabilité des grands axes des planètes ne me semble point exacte, même en négligeant les termes du troisième ordre par rapport aux masses. L'analyse de l'auteur est, je crois, fautive en plusieurs points. Par exemple, après avoir intégré l'équation qui fournit la différentielle du grand axe, et avoir (*Compte rendu*, t. XV, page 335) introduit par cette intégration une constante l, M. Maurice prétend que cette constante est une variable exprimant un des éléments elliptiques dont la valeur change sans cesse sous l'influence des forces perturbatrices. C'est là une pure illusion amenée par l'emploi d'une expression figurée. Quand on veut, en effet, conserver pour le mouvement troublé d'une planète les mêmes formules qui d'abord ne s'appliquaient qu'au mouvement elliptique, on doit naturellement changer la signification des lettres entrant dans ces formules. Certaines lettres qui, dans l'hypothèse du mouvement elliptique, représentaient des constantes, se trouvent dans le mouvement troublé représenter des variables. En ce sens on peut dire que dans le passage du mouvement elliptique au mouvement troublé les constantes primitives sont devenues variables. Mais au fond ces quantités ne sont que des

inconnues nouvelles substituées aux inconnues ordinaires, c'est-à-dire aux coordonnées et aux composantes des vitesses; elles dépendent, comme celles-ci, d'équations différentielles dont les intégrales ne peuvent manquer de renfermer de *véritables constantes* arbitraires. Traiter ces dernières comme variables dans le calcul même où l'on vient de les introduire comme constantes est complétement inadmissible. Or c'est là ce que fait M. Maurice. Il intègre une équation différentielle, et ajoute par suite au second membre une constante; puis, *sans que le problème ait changé de nature,* il dit que cette constante est une variable : voilà donc une quantité qui, dans un même problème, dans un même calcul, sous un même point de vue, serait à la fois constante et variable : la contradiction est évidente. Il y aurait au surplus beaucoup d'autres observations tout aussi graves à présenter sur divers passages du Mémoire de M. Maurice, mais cela entraînerait de longs développements et une discussion minutieuse à laquelle je ne pense pas qu'il soit maintenant utile de se livrer. »

RAPPORTS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Pallas**, *relatif à l'influence de la fructification sur les phénomènes nutritifs de certains végétaux.*

(Commissaires, MM. Boussingault, Regnault, Payen, Biot rapporteur.)

« L'Académie a chargé MM. Boussingault, Regnault, Payen et moi, d'examiner un Mémoire qui lui a été adressé par M. Pallas, médecin en chef de l'hôpital militaire de Saint-Omer, et qui a pour titre : *Sur l'influence de la fructification dans les phénomènes nutritifs de certains végétaux.* L'absence prolongée de M. Boussingault ne nous permettant pas d'espérer son prochain retour, et la nature du sujet exigeant que notre Rapport soit fait dans cette saison, nous avons cru devoir ne pas tarder davantage à vous le soumettre; d'autant que les conclusions en sont telles, qu'elles n'entraînent aucune espèce de responsabilité, parce que le Mémoire n'offre malheureusement aucun élément positif de discussion.

» Malgré la généralité du titre, ce Mémoire a pour objet spécial, et presque unique, la végétation du maïs. M. le docteur Pallas s'est beaucoup occupé de cette plante. Dans un premier Mémoire, adressé à l'Académie en 1834, il annonçait en avoir retiré de petites quantités de sucre

tout à fait pareil à celui de l'*Arundo saccharifera,* et il exprimait l'espoir que l'exploitation de ce produit pourrait devenir avantageuse. L'Académie l'ayant invité à continuer ces essais avec tous les soins que l'importance du sujet paraissait mériter, M. Pallas envoya l'année suivante un nouveau Mémoire accompagné de quelques échantillons de sucre retirés du maïs. Ces échantillons furent examinés par une Commission, qui constata leur identité avec le sucre de cannes. Le Mémoire lui-même fut l'objet d'un Rapport rédigé avec beaucoup de soin, de réserve et de prudence, par feu notre confrère M. Robiquet (1). Les résultats que M. Pallas disait avoir obtenus y sont d'abord résumés dans les cinq propositions suivantes :

» 1°. La tige du maïs ne contient, avant la floraison, que peu ou point de sucre;

» 2°. A l'époque de la floraison, on peut déjà extraire de cette plante des traces de sucre cristallisé;

» 3°. Cette même tige, exploitée de vingt à vingt-cinq jours après la floraison, et lorsque le grain est encore lactescent, renferme près de 1 p. 100 de sucre cristallisable;

» 4°. Plus tard encore, c'est-à-dire lorsque le grain est complétement mûr, et n'a plus besoin que de sécher pour être récolté, la tige, qui est encore verdâtre à cette époque, fournit 2 pour 100 de sucre brut, outre 4 pour 100 de mélasse riche et de très-bon goût;

» 5°. Enfin le résidu parenchymateux dont on a extrait la matière sucrée, peut être employé à la nourriture des bestiaux, ou servir à la fabrication d'un papier d'emballage dont le prix peut être évalué à 5 fr. les 50 kilogrammes.

» Abandonnant la dernière proposition, qui est moins scientifique qu'industrielle, le rapporteur s'attacha aux quatre premières; et comme il ne trouvait, dans le Mémoire de M. Pallas, aucun détail précis d'expériences, ni aucune indication de mesures qui pussent être discutées, il opposa aux résultats qu'il annonçait, des assertions toutes contraires, émises par le professeur Burger, lequel, d'après ses expériences personnelles, affirme que le sucre existe avec le plus d'abondance dans le suc du maïs, immédiatement après la floraison et diminue considérablement après la formation complète du grain. Le rapporteur fit encore remarquer que la diminution du sucre, à

(1) Ce Rapport est inséré dans le tome II des *Comptes rendus*, 2e semestre de 1836, p. 461.

cette dernière époque, s'accordait avec les expériences qu'un membre de l'Académie avait faites sur la végétation de diverses graminées, et par lesquelles il avait été conduit à conclure que, dans ces végétaux, après la fécondation, le sucre que contient la tige passe dans l'épi, en changeant de nature pour servir d'alimentation au grain.

» Nous avons rappelé ces premières annonces de M. Pallas, parce que son Mémoire actuel présente des assertions toutes contraires, qui, malheureusement, n'y sont pas accompagnées davantage d'une exposition d'expériences précises, ni d'éléments exactement mesurés, que l'on puisse soumettre à des vérifications.

» L'auteur décrit d'abord les phases de la végétation du maïs telles qu'il dit les avoir observées. Il rappelle, à cette occasion, un Mémoire sur le même sujet, adressé par lui à l'Académie en 1839, et accompagné de figures; mais ce Mémoire, qui paraît être principalement descriptif, n'a pas été renvoyé à notre Commission, et nous n'avons pas à nous en occuper. Passant donc au fait principal que celui-ci renferme, ou plutôt que l'auteur s'est proposé d'établir, nous dirons que M. Pallas a eu l'idée ingénieuse d'enlever à un certain nombre de tiges de maïs leurs épis naissants, pour les laisser végéter, comparativement avec d'autres dont les épis avaient été conservés, afin de savoir quelles seraient celles de ces deux sortes qui contiendraient le plus de sucre après la maturation complète. Malheureusement, dans cette épreuve finale qui aurait offert beaucoup d'intérêt, M. Pallas a employé un procédé de comparaison très grossier, et qui ne peut même fournir aucun résultat décisif. Il a réduit séparément en pulpe les tiges châtrées, et celles qui avaient végété avec leurs épis; puis il a soumis séparément ces pulpes à la presse, et il a trouvé que le suc des premières marquait à l'aréomètre 8°, 7, tandis que le suc des dernières, sur lesquelles l'épi avait vécu, marquait 2° de moins. Or, c'est là un résultat dont on ne peut rien conclure; car toute substance soluble, autre que le sucre, existante en plus grande abondance dans une des deux liqueurs, aurait pu aussi bien accroître sa densité relative; puis un développement plus étendu ou plus actif des appareils évaporatoires, provoqué par la castration ou par la conservation intacte de tous les organes, suffirait à produire une pareille différence. En un mot, pour prouver que le sucre, le sucre de cannes, existe dans un des deux sucs en plus grande abondance que dans l'autre, il aurait fallu l'avoir isolé matériellement, ou avoir pu constater sa présence, ainsi que sa proportion relative, par des caractères spéciaux propres à les décéler. Le même défaut de précision, la même fa-

cilité à énoncer comme positifs de simples aperçus, se manifestent dans la description que M. Pallas donne des modifications progressives que le suc du maïs présente en s'altérant au contact de l'air; car il l'a vu ainsi se troubler, déposer une matière blanche, et enfin prendre une consistance de gelée ou d'empois, toutes choses très-véritables, et qui arrivent d'autant plus tôt que la température ambiante est plus élevée. Mais, selon M. Pallas, ce dépôt blanc et cette apparence d'empois sembleraient s'opérer, *comme si la matière sucrée, par une réaction chimique, se transformait en amidon privé de son enveloppe*, ce qui n'offre aucune probabilité chimique, et ce que nous pouvons dire n'avoir aucune réalité. Le dépôt blanc, ayant l'apparence d'empois, que M. Pallas a observé, est d'une tout autre nature que celle qu'il suppose, et il est aussi produit par une cause toute différente de celle qu'il indique, comme on le verra par des expériences qui seront dans peu présentées à l'Académie. Cette absence complète de faits précis et mesurés, qui a conduit l'auteur à des inductions si peu fondées, ne permet pas à la Commission de vous proposer des conclusions approbatives de son travail. Elle se borne donc à regretter qu'il n'ait pas suivi, avec plus de soin et de rigueur, l'expérience ingénieuse qu'il avait imaginée; car la question qu'elle était destinée à résoudre pouvait avoir des conséquences importantes pour la physiologie végétale et pour les applications industrielles. La Commission a tellement senti ce double intérêt, qu'elle a désiré qu'un de ses membres reprît l'analyse expérimentale des mêmes phénomènes, avec toute la précision nécessaire pour en tirer des conclusions sûres; et ce travail, qui est terminé, vous sera prochainement soumis. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Note sur quelques points de l'anatomie des Hydres d'eau douce; par* M. **Doyère**.

« Sur le tronc des Hydres, autour de la bouche, et sur les gros mamelons qui entourent en spirale et terminent les tentacules, existent trois sortes de corps, qui sont pour ces animaux des organes d'attaque et de défense, savoir :

» 1°. Les gros organes sacciformes à orifice externe, appelés *hastæ* par M. Corda, qui les a représentés avec une grande exactitude. M. Ehren-

berg les a également très-bien figurés dans la planche II de son Mémoire, fig. 7 *b* et 7 *c*. Mais l'un et l'autre de ces deux observateurs ont mal interprété les apparences fournies par le microscope, et qu'ils ont si bien reproduites; et, pour le faire voir, il me suffira de dire que les corps sacciformes en question sont un seul et même organe avec ceux que M. Ehrenberg a appelés *hameçons* (Angelhaken).

» Pour s'en assurer, il suffit de placer sous le compresseur une Hydre, ou mieux un bras détaché de cet animal, et d'y faire passer un peu d'ammoniaque. En observant avec suite l'un des organes dont il s'agit, on le verra se contracter, et chasser successivement, par son orifice, toutes les parties qui constituent l'hameçon, moins le renflement globuleux terminal, qui n'est autre chose que le prétendu sac hastifère lui-même, dans lequel, avant la singulière évolution dont il s'agit, toutes les autres parties étaient engaînées, et pouvaient même être reconnues. Ainsi le *spicule* ou *dard*, figuré dans l'intérieur du sac par M. Corda (*calcarea sagitta*, Corda), et représenté saillant au dehors par M. Ehrenberg, dans sa planche II, fig. 7 *b*, n'est autre que l'espèce de calice basilaire à trois pointes en étoile, des prétendus hameçons. Le long filament grêle qui part de ce calice étoilé était, avant l'évolution, invaginé en dedans de lui-même et du calice ou spicule, par un *retournement en doigt de gant*, et formait au fond du sac cette apparence de coussin que M. Corda a nommé *vesica patelliformis;* un examen attentif et d'excellents instruments font même reconnaître dans ce coussin sa composition par un fil enroulé en spirale.

» Quand l'évolution de ces diverses parties est complète, l'*hameçon* est tel que M. Ehrenberg l'a représenté planche II, fig. 7 *a*; mais le filament est beaucoup plus long, libre et flottant, et le renflement terminal de l'hameçon occupe encore la place qu'occupait auparavant le *sac hastifère*, c'est-à-dire qu'il est à peu près au centre de son mamelon, et entouré par les autres organes dont il va être question plus loin. L'Hydre s'en débarrasse d'ailleurs avec la plus grande facilité, et c'est ce qui fait que, dès qu'elle est gênée, on en voit flotter un grand nombre autour d'elle.

» L'erreur qu'a commise M. Ehrenberg consiste donc en ce qu'il a représenté les hameçons libres et flottants par leur portion renflée, et tenant aux bras par leur long filament. Mais cette erreur s'explique très-facilement, car on rencontre autour de toutes les Hydres comprimées entre deux verres un grand nombre de ces hameçons entièrement libres, et d'autres dont les filaments sont restés adhérents à la couche glaireuse dont tout le corps est enveloppé. Mais leur mode de formation prouve que le filament ne se

rattache point aux organes sacciformes ou *hastæ* de Corda, ainsi que l'illustre observateur de Berlin l'a montré dans ses *fig.* 7 *d* et 7 *e*. Ces figures représentent en réalité, se continuant par leurs filaments, deux de ces organes, dont l'un développé et à l'état d'*hameçon*, et l'autre non développé et contenant encore dans son intérieur toutes les parties qui, avec le sac externe, peuvent constituer un *hameçon* par l'évolution que j'ai décrite.

» Je veux repousser dès ici l'objection qu'on ne manquera pas de faire contre l'emploi de l'ammoniaque : ce réactif doit être mis tout à fait hors de cause, car je ne m'en sers que pour produire l'évolution des hameçons à volonté et *instantanément;* une attention soutenue et un peu de patience suffisent pour observer tous les mêmes phénomènes sur un animal très-vivant, et simplement comprimé entre deux verres, sans aucune lésion.

» 2°. La deuxième espèce d'armes offensives ou défensives ne me paraît pas avoir encore été signalée : ce sont des corpuscules plus petits et surtout beaucoup plus étroits que les précédents, ovoïdes, à parois épaisses, contenant à leur intérieur un fil enroulé en spirale, qui sort comme le long filament des hameçons, en s'engaînant en dedans de lui-même. Ce fil est plus sétiforme et plus court que celui des *hameçons;* les corps ovoïdes se détachent de l'Hydre comme ces derniers.

» 3°. Enfin un grand nombre de corps sacciformes, différant seulement des premiers parce qu'ils ne se transforment pas en *hameçons*. Ce sont, selon toute probabilité, les premiers encore incomplétement développés. L'action de l'ammoniaque leur fait rejeter leur contenu sous forme d'une petite masse muqueuse, dans laquelle se voit déjà un linéament en spirale, que l'on pouvait même distinguer dans leur intérieur, mais ces petites masses ne se déroulent pas en un filament. Lorsque l'Hydre est comprimée, elle les abandonne comme les organes précédents, et on les voit flotter autour des bras avec les apparences qu'ils prennent par l'action de l'ammoniaque.

» Outre ces organes, les mamelons des tentacules sont hérissés d'acicules rigides qui se détachent avec une grande facilité, ce qui fait qu'on n'en observe plus, après quelque temps, sur un bras coupé d'Hydre soumis au compresseur. Je les crois sinueux, implantés dans l'orifice des organes que je viens de décrire, et surtout de ceux de la troisième sorte, et bien distincts des filaments enroulés en spirale dans l'intérieur.

» Il y a quelque temps encore, ces organes singuliers n'avaient aucun analogue connu; mais, dans les deux années qui viennent de s'écouler, MM. Wagner et Milne Edwards en ont trouvé de semblables dans les Médusaires, et M. de Quatrefages dans les Actiniaires et dans les Sy-

naptes. Tous ces observateurs s'accordent à les regarder comme produisant l'urtication que l'on ressent au contact de ceux de ces animaux qui atteignent une grande taille, et je viens de rencontrer un fait qui confirme de tout point cette opinion : c'est une grande Hydre qui s'était emparée d'une larve d'insecte assez grande elle-même relativement à la taille de l'Hydre, et surtout redoutablement armée. La larve était morte, bien qu'encore entière, mais elle porte un grand nombre des prétendus hameçons dont le filament est enfoncé dans son corps jusqu'au spicule à base étoilée. La blessure est, sans nul doute, faite par ce spicule lui-même sortant du *sac hastifère*, et le filament se développe ensuite dans les tissus, ce que rend facile son extrême finesse et son mode d'évolution par invagination en dedans de lui-même.

» Une larve toute semblable, déjà contenue dans l'estomac de l'Hydre qui fait le sujet de cette observation, ne laisse d'ailleurs aucun doute sur la nature et le but de l'attaque dont la larve saisie a été victime.

» Après ce qui précède, je ne crois pas que l'on puisse admettre que ces organes si constants, à formes et à fonctions si définies, ne soient que des *étirements accidentels d'un suc glutineux*, ainsi que M. Laurent cherche à l'établir dans le Mémoire sur lequel l'Académie a entendu un Rapport remarquable dans sa dernière séance. J'ajouterai que je ne partage pas davantage l'opinion que cet observateur consciencieux professe sur plusieurs points, et notamment sur le tissu contractile de l'Hydre. J'ai vu avec M. de Quatrefages les muscles longitudinaux et transversaux des bras, et je les ai vus de manière à ne conserver à leur égard aucun doute : mais on ne les voit ainsi que dans des individus que le hasard seul fait rencontrer, et qui sont dans des conditions favorables à ce genre d'observations. Les muscles dont il s'agit ressemblent tout à fait à ceux des Systolides et d'une foule d'autres animaux inférieurs : ils ont des formes et des connexions constantes, et se distinguent essentiellement par là des *productions sarcodiques* qui constituent toute la partie contractile de certains organismes inférieurs, et dont M. Dujardin le premier nous a fait connaître l'existence et la nature. Je ne crois pas que l'idée que l'on a voulu exprimer par le nom de *tractus charnu* leur soit applicable en aucune manière. »

MATHÉMATIQUES. — *Mémoire sur la Théorie des nombres; par* M. **Modeste Claudel.**

(Commissaires, MM. Lacroix, Sturm, Liouville.)

PHYSIQUE. — *Sur la glace du fond des rivières; par* M. **Maille**.

(Commission précédemment nommée.)

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Additions à l'Astronomie nautique; par* M. **Ch. L. de Littrow**.

(Commissaires, MM. Mathieu, Puissant.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Observations de* M. **Becquerel** *sur une Lettre de* M. Matteucci *communiquée à l'Académie, et sur un Mémoire de* M. de Ruolz *présenté dans la séance du* 8 *août dernier* (1).

« Dans l'extrait de deux Lettres de M. Matteucci à M. Arago, sur la phosphorescence, se trouve ce passage : « J'ai réuni un très-grand nombre de » faits qui prouvent que la transparence ne doit pas être confondue avec la » propriété qu'ont les corps de laisser passer les radiations phosphores- » centes. » M. Matteucci ignore très-probablement que ce principe a été établi il y a trois ans, dans un Mémoire fait en commun par M. Biot et moi, à l'égard de la lumière électrique, et par M. Biot seul, relativement à la lumière solaire. Nos Mémoires sont insérés dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, et le même sujet a été traité dans le sixième volume de mon ouvrage, avec de grands développements; en outre, les journaux scientifiques anglais et allemands ont donné des extraits des Mémoires. Si donc M. Matteucci eût eu connaissance des documents que je viens de citer, il aurait modifié, sans aucun doute, la communication qu'il vient de faire à l'Académie, en ne s'attribuant pas la découverte d'un principe trouvé avant lui.

» J'ai une autre observation à adresser à M. Matteucci, au nom de mon fils, qui a présenté à l'Académie, le 13 juin dernier, antérieurement à ses Lettres, un Mémoire dans lequel se trouvent plusieurs faits qu'il s'attribue. Mon fils, au moyen du papier phosphoroscopique (le même que celui dé-

(1) Cette Note de M. Becquerel est celle qui a été présentée dans la séance précédente (*voyez* ci-dessus, p. 366), et qui n'a pu être lue, faute de temps.

crit par M. Matteucci), a établi que la portion du spectre solaire qui agit sur des corps phosphorescents, et qu'il a nommé spectre phosphorescent, varie avec la nature du corps phosphorescent, et que les maxima d'action ne sont pas situés à la même place. Avec le sulfure de calcium, il a trouvé ce fait curieux, que le spectre phosphorescent possède deux maxima d'intensité, l'un à l'extrême violet, l'autre au delà. Je regrette, je le répète, que M. Matteucci, avant d'écrire à l'Académie pour lui communiquer le résultat des expériences qu'il vient de faire sur la phosphorescence, n'ait pas pris connaissance des travaux exécutés avant lui sur le même sujet.

» J'ai une observation du même genre à adresser à M. de Ruolz, à l'égard d'un Mémoire qu'il a présenté à l'Académie le 8 du courant, et qui a pour titre : *Sur les moyens par lesquels on peut obtenir la précipitation du bronze dans les opérations galvano-plastiques*. Ce Mémoire ayant été renvoyé à l'examen d'une Commission *dont je ne fais pas partie*, et un extrait inséré dans le *Compte rendu*, je puis réclamer quelques-uns des faits principaux qu'il renferme comme ayant été publiés par moi, il y a quelques années. Ce Mémoire renferme les passages suivants :

« *Lois de la précipitation simultanée.* — Il résulte de mes recherches » que, pour obtenir galvaniquement la précipitation simultanée de deux » métaux, il faut remplir les conditions suivantes :

» 1°. Que les deux dissolutions métalliques qu'il faut mélanger ne soient » pas susceptibles de se décomposer réciproquement en donnant lieu à un » composé insoluble quelconque ;

» 2°. Que, dans les proportions à adopter, il ne faut pas avoir égard seule- » ment aux quantités relatives des deux métaux qui constituent l'alliage que » l'on veut obtenir, mais encore à la loi de précipitation de chaque métal » pris individuellement, ou à la puissance électrique nécessaire pour » précipiter, dans un temps x, une quantité donnée de chacun » d'eux, etc., etc. »

» Tous ces principes généraux sont consignés dans un Mémoire que j'ai présenté à l'Académie il y a trois mois, et dont l'extrait se trouve dans les *Comptes rendus* et dans le sixième volume de mon ouvrage, p. 360. Mes expériences ont été faites sur les alliages d'argent et de cuivre, et M. Dumas a été témoin de plusieurs d'entre elles.

» Je me suis attaché, dans mon Mémoire, à montrer comment s'opère la décomposition électro-chimique, lorsque deux solutions métalliques sont mêlées ensemble en diverses proportions. J'ai été conduit ainsi à des lois générales, dont j'ai fait sentir l'importance pour la chimie et les arts. Guidé

par elles, j'ai fait voir que lorsqu'une solution renferme 1 partie atomique de nitrate d'argent et 67 parties de nitrate de cuivre, on obtient un précipité qui renferme 1 partie atomique d'argent et 1 autre de cuivre; que, lorsque la solution renferme 1 partie atomique de nitrate d'argent et 86 de nitrate de cuivre, le précipité renferme 1 partie d'argent et 2 de cuivre; ainsi de suite. Je répète encore qu'à l'aide des résultats généraux que j'ai obtenus, on peut étendre à d'autres alliages ce que j'ai fait pour ceux de cuivre et d'argent. D'après cela, le travail de M. de Ruolz, en ce qui concerne la précipitation des métaux, n'est qu'une extension du mien, qui renferme les principes sur lesquels il s'appuie pour la formation des alliages. En un mot, il a fait, pour les alliages de cuivre et d'étain, ce que j'avais exécuté pour ceux de cuivre et d'argent, et, en outre, il en a fait une application aux arts, ce dont je ne m'étais pas occupé.

» Quand l'extrait du Mémoire de M. de Ruolz m'est parvenu, je m'occupais, comme je m'occupe encore, d'un travail général sur la dorure et l'application des métaux sur les métaux, dans lequel je traite la question du bronze, en suivant de point en point ce que j'avais fait pour les alliages de cuivre et d'argent. J'y ai consigné également les expériences non encore publiées qui y ont été faites dans mon laboratoire, en présence de plusieurs personnes, depuis huit mois, et d'autres non encore connues, qui contribueront toutes, j'ose l'espérer, à éclairer l'industrie sur une des plus grandes questions qui puissent l'occuper. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Lettre de* M. **Agassiz** *à* M. Arago, *sur les glaciers.*

« Du glacier de l'Aar, 1er août 1842.

» Depuis soixante heures il ne cesse de neiger autour de nous; la température de l'air ne s'est pas élevée au-dessus de + 1 degré centigrade depuis deux jours, et la nuit nous avons eu — 4 degrés. Nous sommes tous ensevelis sous le foin dans notre tente, et c'est à peine si je puis tenir ma plume pour vous rendre compte des observations de la dernière quinzaine.

» La neige, poussée par un violent vent du N. O. qui s'engouffre dans la vallée de l'Aar, tourbillonne dans tous les sens sur le glacier; elle est extrêmement fine, incohérente, et tombe en majeure partie sous la forme d'une poussière légère, composée de très-petites aiguilles qui s'agrégent

très-irrégulièrement et qui restent longtemps suspendues dans l'air avant de prendre pied : il se forme aussi en moindre quantité des petits groupes symétriques de neige de deux à trois lignes de diamètre, affectant tantôt la forme d'étoiles à quatre ou six rayons, tantôt celle de petits cônes cannelés à base sphérique. Cette observation infirme toujours davantage l'assertion si souvent répétée que le névé tombe dans les hautes régions sous la forme grenue qui le caractérise. Depuis que je visite les Hautes-Alpes j'ai souvent vu tomber de la neige dans les mois de juillet, d'août et de septembre, à des hauteurs de 7 à 8000 pieds, et je l'ai examinée maintes fois peu de temps après sa chute à des hauteurs de 9000 pieds et même plus haut; mais je n'ai jamais vu tomber de névé; la neige était toujours floconneuse lorsque la température n'était pas au-dessous de zéro à la surface du glacier, et poudreuse par de plus grands froids. Les observations que M. Nicolet a publiées dans le dernier cahier de la *Bibliothèque universelle de Genève* (mai) sur la neige et sa température dans le Jura, sont parfaitement d'accord avec celles que je viens de faire dans les Alpes. Un autre phénomène qui m'a frappé dans ces hautes régions, c'est la clarté des nuits lorsque le ciel est couvert et même lorsqu'il neige ou qu'il pleut ; par un temps pareil nous pouvons toujours voir distinctement l'heure de nos montres pendant toute la nuit, tandis que, par un ciel serein l'obscurité est beaucoup plus grande. Cette anomalie apparente m'a rappelé vos observations sur la lumière des nuages.

» (Du 3.) Les faits relatifs au glacier en particulier se multiplient chaque jour et semblent compliquer la question sur différents points. L'année dernière j'avais aligné une rangée de pieux à travers tout le glacier sur deux points fixes des rochers du bord, dans le but de déterminer directement quel point de la masse marche le plus vite. J'ai constaté que le centre de la ligne, sous la moraine médiane, avait avancé de 269 pieds, tandis que le bord méridional n'avait avancé que de 160 pieds et le bord septentrional seulement de 125. Il est à remarquer que la direction du glacier est d'occident en orient, et que le bord méridional du glacier est plus longtemps dans l'ombre que le bord septentrional, à cause de la hauteur des montagnes au sud. L'ablation de la surface, résultant de la fonte et de l'évaporation, a été également plus considérable au centre qu'aux bords, contrairement à ce que la théorie faisait supposer; depuis le commencement de septembre de l'année dernière jusqu'au 20 juillet de cette année, l'ablation au centre a été de 6 pieds 5 pouces, et celle du bord de 4 pieds 4 pouces, sans que pour cela le niveau absolu de la surface ait changé d'une manière

appréciable. Ces mesures ont été prises par M. Wild avec tout le soin nécessaire, et méritent une entière confiance. Une observation qui n'est pas sans importance pour la théorie des crevasses, c'est qu'elles sont plus fréquentes et plus larges sur les bords, et surtout plus grandes dans les endroits où de petits promontoires font obstacle au mouvement progressif du glacier, que vers le milieu et le long des parois uniformes.

» Les bandes bleues deviennent de jour en jour plus distinctes, à mesure que la surface du glacier s'égalise, par suite des pluies abondantes de la semaine dernière; malgré cela, l'eau des crevasses continue à s'écouler *graduellement*. Après les trois jours de gel continuel des 29, 30 et 31 juillet, elles étaient pour la plupart vides; mais aujourd'hui un grand nombre d'entre elles se sont de nouveau plus ou moins remplies. Ces faits démontrent de la manière la plus incontestable que les crevasses ne traversent généralement pas le glacier comme on l'a prétendu, et que l'eau qui s'y accumule s'écoule en s'infiltrant dans la glace. Pour mettre cette infiltration une fois pour toutes hors de doute, j'ai fait dernièrement une expérience sur une grande échelle. Je choisis pour cela, à 200 pieds du bord du glacier, un massif de glace compris entre deux grandes crevasses à parois bien lisses, d'un bleu foncé, paraissant des plus compactes que l'on pût trouver. Sur la paroi d'une des crevasses je fis tailler un escalier qui permît de descendre à 30 pieds; là je fis creuser dans le massif une galerie haute de 4 pieds sur 3 pieds de large, pénétrant horizontalement jusqu'à 8 pieds dans la glace comprise entre les deux crevasses. A la surface du glacier je fis forer, au-dessus du fond de la galerie, un trou vertical de 5 pieds; comme la croûte désagrégée du glacier était à peine de 1 pied en cet endroit, le trou pénétrait d'environ 4 pieds dans la glace compacte. Je vidai dans ce trou, en plein midi, 5 litres d'une teinture concentrée de bois de campêche: au bout d'une demi-heure la couleur s'était écoulée, et deux heures plus tard elle suintait à travers les fissures capillaires, le long de la voûte de la galerie à travers une masse de 20 pieds de glace. La couleur se répandit aussi sur les parois des crevasses et pénétra au-dessous de la voûte à des profondeurs inconnues. Répétée de nuit, le 1er août, à la suite des jours de froid qui avaient entièrement desséché le glacier, cette expérience donna des résultats encore plus frappants: la couleur pénétrait déjà dans la galerie cinq minutes après son introduction dans le trou de la surface. J'ai répété sur une plus petite échelle cette expérience sur tous les points du glacier, et j'ai constaté partout que l'infiltration est beaucoup plus rapide dans la glace bleue que dans la glace blanche, qui se colore

très-lentement. Une remarque importante à faire, c'est que la couleur ne se répand pas uniformément dans toute la masse, mais qu'elle s'infiltre seulement à travers les fissures capillaires. De nuit, lorsque l'eau qui pénètre le glacier s'est sensiblement écoulée, on peut voir ces fissures à la lumière de la lampe, jusqu'à une profondeur de 3 pieds, dans les parois de la galerie ; en sorte que leur présence dans la glace la plus compacte du glacier ne saurait plus être révoquée en doute. De jour, la présence de l'eau qui filtre continuellement, les rend moins distinctes.

» Un examen de plus en plus détaillé de la structure de la glace m'a fait remarquer autour des bulles d'air qu'elle renferme, des aires d'eau de formes diverses, mais que l'on ne distingue que dans certaines positions vis à vis de la lumière. Lorsque les bulles d'air sont sphériques, l'aire d'eau qui les entoure est ordinairement ovale ou pyriforme, quelquefois même cylindracée, et les bulles sont mobiles dans tous les sens ; mais lorsque les bulles d'air sont très-comprimées et disciformes, l'aire d'eau a également la forme d'un disque très-plat et la bulle d'air est très-peu mobile, à moins que la zone liquide ne s'agrandisse, ce qui arrive fréquemment au point de présenter des disques à bords lobés de 1 pouce de diamètre autour d'une bulle comprimée à contour régulier ayant à peine 1 ligne de diamètre. Lorsque les aires liquides sont petites, leur contour est circulaire, sans anfractuosités. Des morceaux de cette glace de 1 pied cube, plongés dans une teinture, n'ont absorbé la couleur que par leurs fissures capillaires, sans que celles-ci communiquassent avec les cavités que je viens de décrire ; en sorte que ces dernières paraissent réellement circonscrites en elles-mêmes dans les parties les plus compactes de la glace. Je n'ai pu introduire de la couleur que dans les aires ouvertes à la surface par des sections artificielles ; je ne crois cependant pas ces bulles d'air étrangères à la formation des fissures capillaires. La présence de cette eau liquide autour des bulles d'air dans de grandes masses de glace est un fait très-extraordinaire, que je ne puis concevoir que par un phénomène de diathermansie, d'autant plus que ces aires s'agrandissent et deviennent plus distinctes lorsque la glace est restée longtemps exposée à l'air. La glace de la surface du glacier, comme celle que j'ai retirée de 20 et 30 pieds de profondeur, m'a présenté les mêmes particularités.

» Depuis longtemps je désirais connaître exactement la quantité d'air contenue dans les diverses modifications de la glace du glacier. M. Cél. Nicolet a bien voulu se charger de cette opération pendant son séjour ici. Il a obtenu en moyenne, à 0° de température et à la pression barométrique

de 57, de

500gr	de neige passant au névé........	32,0 centimètres cubes;
500	de glace formée sous cette neige.	0,9
500	de glace blanche................	7,5
500	de glace bleue..................	0,5
500	de glace bleue de la galerie......	0,9

» M. Hugi, dans son dernier ouvrage sur les glaciers (*Ueber das Wesen der Gletscher*), affirme que les glaciers sont soumis alternativement de jour et de nuit à une sorte d'aspiration et d'expiration de l'air, qu'il compare à la respiration des êtres organisés; M. Nicolet s'est chargé de faire rentrer ce phénomène dans l'ordre naturel des faits physiques. M. Hugi avait constaté que la glace mise dans une cloche fermée, et munie d'un tube plongeant dans un bain de mercure, absorbait l'air pendant la nuit et repoussait l'air pendant le jour; l'absorption était constatée par l'ascension du mercure dans le tube. En réfléchissant à cette expérience, on pouvait de suite admettre que le phénomène de l'ascension du mercure dans le tube était dû à la contraction de l'air produite par le froid de la nuit, et que la répulsion de l'air provenait tout simplement de la dilatation de ce fluide par la chaleur du jour. Il était donc convenable de répéter cette expérience sur l'air seul, sur l'air et l'eau, puisque ces corps entrent dans la composition de la glace des glaciers, et sur l'eau seule; le résultat qu'obtint M. Nicolet fut celui que l'on devait attendre. On peut donc attribuer l'absorption de l'air par la glace et sa répulsion aux phénomènes de dilatation et de contraction des corps par la chaleur et par le froid. Cependant l'expérience de M. Hugi, répétée avec soin dans d'autres circonstances, a donné un résultat contraire: une cloche de la capacité de 1 décilitre a été remplie de glace poreuse, puis soigneusement bouchée et mise en communication avec un bain de mercure par le moyen d'un tube gradué d'un diamètre de 4 millimètres; les divisions du tube étaient des millimètres. L'appareil a été préservé de l'action directe des rayons solaires et entouré de névé. Pendant plusieurs heures l'appareil n'a rien indiqué qu'une légère dépression du mercure dans le tube. Au milieu de la journée, et par une température de $+ 14^\circ,5$ centigr., le mercure s'était élevé de 1,5 centimètre cube; la glace était en voie de fusion Pendant la soirée, le mercure s'était élevé de 2 centimètres en sus, par une température de $+ 13^\circ$; la glace était presque totalement fondue. L'appareil resta stationnaire pendant plusieurs heures; le soir, après le coucher du soleil, l'ascension totale était de 4 centimètres. Cette expérience fut répétée

plusieurs fois, pendant le jour et pendant la nuit, sur du névé et sur de la glace; elle donna les mêmes résultats, constatant ainsi, pendant la fusion lente de la glace, un phénomène d'absorption qui se produit pendant le jour, en contradiction avec les expériences de M. Hugi. Une seule explication peut être donnée de ce phénomène: il est dû à la différence de densité de la glace et de l'eau; en reprenant sa forme liquide, la glace passe d'un volume plus grand à un volume plus petit, et détermine, par cette différence d'état, l'ascension du mercure. Après la fusion totale de la glace, l'appareil indiquait, le matin, une absorption considérable; mais cette absorption provenait réellement de la contraction de l'eau et de l'air produite par le froid de la nuit, et rentrait dans l'ordre des phénomènes connus. L'appareil continua plus tard à constater les variations diurnes et nocturnes de la température. Tout ce que M. Hugi s'etait plu à voir de mystérieux dans ces faits, qui lui ont fait attribuer une sorte de vitalité aux glaciers, peut donc être envisagé à juste titre comme chimérique.

» M. Hugi avait également cherché à prouver que la glace absorbait, pendant la nuit, l'humidité de l'air pour la rendre de jour, et il avait vu dans ce phénomène une autre preuve de la vitalité des glaciers. Par des pesées exactes de glace exposée à l'air, M. Vogt a constaté qu'en effet, par des jours chauds, lorsque l'hygromètre indique une grande sécheresse de l'air, la glace perd beaucoup par l'évaporation, mais que cette évaporation est en raison directe de la surface offerte à l'atmosphère et égale pour toute espèce d'eau congelée, qu'elle soit sous la forme de neige fraîche, de névé, de glace blanche ou de glace bleue; que par des nuits froides et claires, où il se forme une rosée abondante sur la moraine comme sur le glacier, les masses exposées augmentent de poids, mais aussi uniquement en raison de leur surface, et que cette augmentation est due à la précipitation des vapeurs aqueuses sous forme de rosée, et que cet enduit de rosée est très-visible lorsqu'on se donne la peine de se lever de bonne heure pour le voir avant qu'il soit fondu; enfin que, pendant des jours froids, où la température du jour ne diffère pas beaucoup de celle de la nuit, les masses pesées conservent le même poids. Ces variations de poids sont donc uniquement dues à l'état plus ou moins hygrométrique de l'atmosphère et aux variations de température.

» Le rayonnement nocturne de la glace est très-considérable. Ce n'est que par des nuits de tempête et de neige que les thermométrographes placés à la surface du glacier et de la moraine ne diffèrent pas dans leurs indications, tandis que, par des nuits claires, le thermomètre descend tou-

jours de 1 à 2 degrés plus bas sur le glacier que sur la moraine, où la glace est préservée du rayonnement par la masse de pierres qui la couvrent. Il est inconcevable que M. Hugi ait pu affirmer que la température de la moraine est toujours beaucoup plus basse que celle du glacier : des observations continuées pendant trois semaines nous ont prouvé le contraire.

» On a longtemps répété que la glace de l'intérieur du glacier était complétement exempte de matières terreuses, parce qu'il rejettait tout ce qui tombe dans ses crevasses. Le fait est que je n'ai jamais observé de blocs, ni même de fragments de rochers de quelques pouces de diamètre dans le glacier; mais il en est autrement du fin sable qu'entraînent les mille filets d'eau qui circulent à sa surface et qui pénètrent par les fissures capillaires et le long des bandes bleues. Ayant fait fondre une quantité de glace, retirée de 20 pieds au-dessous de la surface du glacier, qui donna 27 litres d'eau, j'ai trouvé qu'elle contenait 54 grammes d'un fin sable passant de l'état de poudre impalpable à celui de poudre miliaire. Partant de ces données, on peut apprécier approximativement la quantité de sable contenue dans le glacier de l'Aar, dont la glace paraît cependant extrêmement pure, à la quantité énorme de 2560000 kilogrammes, en prenant sa longueur totale de l'Abuhrreng à la naissance de l'Aar qui est de 800 mètres, en admettant pour sa largeur moyenne 1200 mètres, et en supposant sa profondeur au milieu (d'après le temps que des pierres jetées dans des trous mettent à tomber) à 200 mètres, et en déduisant un tiers de ce chiffre pour les parties latérales qui sont paraboliques.

» Le mode de désagrégation de la glace à la surface du glacier a aussi été pour moi l'objet d'observations suivies. A mesure que l'action de l'atmosphère se fait sentir sur le glacier après la fonte des neiges de la saison froide, qui disparaissent complétement en mai et en juin, la glace devient poreuse, mais elle ne se décompose pas uniformément. Elle est d'abord généralement blanche partout où il n'y a pas d'accumulations de fragments de rochers et de poussière qui la protégent contre l'action du soleil; mais, à mesure que les pluies de l'été viennent l'imbiber d'eau, sa teinte devient de plus en plus bleue. Ces différences de couleur se maintiennent sur tous les points du glacier, où le relief détermine des courants d'eau constants pendant le jour, ou du moins une plus grand affluence d'eau à la suite de fortes pluies. Ce contraste est surtout frappant lorsqu'il survient une forte averse à la suite de plusieurs beaux jours; le glacier, qui s'était blanchi

par les jours chauds, devient alors tout à coup d'un bleu très-sensible. Lorsque la chaleur se maintient longtemps, toute la surface se désagrége de diverses manières : les bandes blanches prennent l'aspect d'une neige grenue, tout à fait semblable au névé, tandis que les bandes bleues se décomposent en fragments angulaires, et les espaces, qui sont fortement entremêlés de glace bleue et de glace blanche, prennent une structure semblable à celle de la pierre ponce. Un autre effet très-curieux de la décomposition superficielle de la glace consiste dans la disjonction des bandes bleues et des bandes blanches, entre lesquelles il se forme des fissures longitudinales très-prolongées et qui pénètrent plus ou moins profondément. Ces fissures occasionnent fréquemment des dislocations semblables à des failles parallèles; le glacier tout entier prend même quelquefois, par suite de ces dislocations, l'apparence d'un grand livre dressé sur son dossier et entr'ouvert de manière à faire glisser les feuillets les uns sur les autres. Les feuillets du centre, qui restent verticaux, représenteront les bandes bleues et blanches verticales du centre du glacier, et les feuillets renversés des côtés, les bandes des bords inclinées contre les parois de la vallée, avec cette seule différence, qu'à l'extrémité inférieure du glacier les bandes s'étalent en éventail, plongent de tous côtés vers l'intérieur du glacier et prennent même, dans beaucoup de glaciers, l'apparence d'une stratification horizontale sur la tranche terminale. C'est dans ces fissures longitudinales que coule ordinairement l'eau à la surface du glacier, en sorte qu'elles contribuent à leur tour à maintenir cette structure lamellaire en favorisant l'infiltration dans la direction des bandes. Les crevasses coupent continuellement ces bandes, mais non pas toujours à angle droit, comme on l'a affirmé; de nombreuses failles et des dislocations considérables se forment entre ces tranches, et, lorsque les crevasses se referment, les bandes longitudinales sont souvent comprimées: elles se courbent alors et prennent ces formes sinueuses qu'on observe surtout dans les parties crevassées du glacier. Mais toutes les bandes sinueuses ne sont pas dues à cette cause, on en remarque aussi qui proviennent du remplissage des crevasses et des baignoires par couches concentriques.

» Pour se faire une juste idée de la structure des glaciers, il faut en distinguer deux espèces. Les uns, et c'est le plus grand nombre des petits glaciers qui restent suspendus sur les pentes les plus élevées de nos Alpes, se forment des champs de névé stratifié; ils ne descendent pas dans les vallées inférieures, et affectent, même à leur surface, les formes du sol

sur lequel ils reposent; ils ont une puissance peu considérable, atteignent rarement une épaisseur de 100 pieds, et sont régulièrement stratifiés dans toute leur épaisseur. Cette stratification est due aux assises de neige qui tombent à divers intervalles et aux croûtes de glace bleuâtre qui se forment à leur surface (la présence de petites couches de débris entre ces assises ne laisse aucun doute sur leur origine); mais, en descendant le long des pentes, les couches de ces glaciers s'arquent en avant, par suite du mouvement plus rapide de leur centre, et prennent l'apparence de bandes concentriques à la surface, tandis que les bords se relèvent en s'engageant dans des couloirs, et prennent l'apparence de bandes longitudinales et verticales. Contrairement aux glaciers ordinaires, les glaciers stratifiés sont concaves au milieu, ce qui explique les modifications que subissent leurs bandes blanches et leurs bandes bleues La plupart de ces glaciers sont très-inclinés; il y en a dont la pente excède 45°, et c'est sans doute à cette circonstance qu'il faut attribuer la rareté des bandes longitudinales, résultant d'une infiltration verticale dans ces glaciers; car on conçoit que l'eau s'infiltre plutôt entre les surfaces des couches nécessaires que de se frayer de nouvelles voies. La plupart des crevasses des glaciers stratifiés sont longitudinales jusque vers leur extrémité inférieure, où elles divergent en éventail. Je ne crois pas que ce type de glaciers ait jamais été étudié et décrit d'une manière complète jusqu'ici.

» Les glaciers ordinaires, dont j'ai déjà décrit la structure dans mes Études et dans une Notice sur les progrès récents de la théorie des glaciers, ont des bandes bleues formées verticalement dans le névé trempé d'eau, mais ces bandes ne restent pas absolument verticales; elles s'inclinent en avant et vers les bords, en plongeant dans l'intérieur de la masse. Les glaciers affluents exercent aussi une grande influence sur leur direction : lorsqu'ils sont puissants, ils compriment le courant principal et le font légèrement dévier; au point de contact la masse est comprimée, et l'on y remarque un entrecroisement fréquent des bandes. Indépendamment des bandes verticales, on remarque parfois encore, dans les glaciers ordinaires, quelques traces de la stratification primitive des névés; mais il ne faut pas confondre ce fait avec le renversement des bandes verticales, qui donnent souvent à l'extrémité inférieure du glacier une apparence stratifiée.

» (Du 7.) Avant-hier j'ai été témoin du phénomène le plus curieux que j'aie observé depuis que je visite les glaciers. A quatre heures et demie du soir,

mes ouvriers étaient au forage, lorsque le glacier commença à craquer sous leurs pieds et à dégager une grande quantité de bulles d'air. J'étais à une assez grande distance de ce point; cependant je fus surpris des mouvements étranges que j'apercevais dans la troupe : de temps en temps je les voyais fuir précipitamment dans toutes les directions. A six heures, l'un d'eux accourut à moi et me pria d'aller voir ce qui se passait; il m'annonçait quelque chose d'extraordinaire et d'inexplicable. A sa figure défaite et à la pâleur de ses camarades, je vis, en arrivant sur les lieux, que la frayeur s'était emparée de tout le monde. Je remarquai d'abord une grande quantité de bulles d'air qui se faisaient jour à travers deux petites fentes, larges à peine de 1 ligne. Deux autres fentes, de 3 à 4 lignes de large, s'étaient ouvertes en ligne droite sur une longueur de quelques cents pieds à travers le glacier, et engloutissaient tous les filets d'eau qui venaient de plus haut. Au bout de quelques minutes, j'entendis moi-même à peu de distance un craquement semblable à des détonations simultanées d'armes à feu, comme dans les feux de peloton accompagnés de coups isolés. Je courus sur le bruit, qui se répéta bientôt sous mes pieds avec des commotions semblables à celles d'un tremblement de terre : le sol semblait se déplacer et s'écrouler sous mes pieds, avec un bruit différent des détonations qui avaient précédé et semblable à celui d'un éboulement de rochers, sans qu'on pût cependant remarquer un affaissement sensible de la surface; le glacier tremblait réellement, car un bloc de granit de 3 pieds de diamètre, perché sur un piedestal de 2 pieds de haut, s'abattit brusquement. Au même instant, je vis une crevasse s'ouvrir entre mes jambes et se prolonger rapidement à *travers* le glacier, en ligne droite, faisant de temps en temps des écarts de 3 à 4 pouces lorsqu'elle rencontrait d'autres crevasses, et se prolongeait ensuite de nouveau en ligne droite. De grandes bulles d'air affluaient à la surface sur tous les points où la fente était sous l'eau. Je vis ainsi trois crevasses se former en une heure et demie, et j'en entendis plusieurs autres s'ouvrir à peu de distance de moi. Mes hommes n'osaient rester en place, tant les commotions étaient brusques; mais quatre de mes compagnons d'études demeurèrent sur les lieux pour observer ces faits avec moi. A sept heures et demie le nombre des crevasses nouvelles que je pus distinguer était de huit, sur un espace de 125 pas; l'une d'elles avait partagé le piédestal d'une table du glacier sans le renverser, trois autres se prolongeaient sous la moraine médiane, une d'entre elles la traversait même entièrement. A sept heures, le trou de sonde, qui avait 130 pieds de profondeur sur 6 pouces de diamètre, et

qui était plein d'eau, se vida complétement en quelques minutes, ce qui prouve que ces crevasses, quoique très-étroites, pénètrent à de grandes profondeurs. A huit heures et demie les secousses continuaient encore; pendant la nuit nous en ressentîmes même deux sous notre tente. Le lendemain je remarquai encore plusieurs autres crevasses nouvelles qui s'étaient formées plus bas, pendant la nuit; mais je n'en distinguais toujours que huit sur l'espace où je les avais vues se former. La journée du 5 avait été très-chaude (+ 14° centigrades); jamais je n'avais remarqué tant d'eau à la surface du glacier que ce jour-là. Un fait curieux, c'est que les crevasses se succédèrent de haut en bas en suivant la pente du glacier. Aujourd'hui je compte douze crevasses sur l'étendue où je n'en avais compté que huit le 5, sans que nous ayons ressenti de nouvelles commotions; je suppose dès lors que les fentes que je n'ai pas aperçues d'abord ne sont devenues visibles que parce qu'elles se sont élargies. La plus grande de ces nouvelles crevasses a maintenant 1 ½ pouce de large; toutes les autres se sont également un peu agrandies, mais aucune d'elles ne s'est allongée. Je doute que l'on puisse attribuer la formation de ces crevasses du centre du glacier aux mêmes causes qui produisent les larges crevasses obliques des bords; je serais plutôt disposé à croire qu'elles sont dues à la tension inégale de la masse résultant de l'infiltration et de la congélation d'une plus grande quantité d'eau sur certains points du glacier.

» J'avais espéré obtenir quelques renseignements sur la température de l'intérieur du glacier pendant l'hiver: à cet effet, j'avais introduit, l'automne dernier, deux thermométrographes de Bunten dans un trou de sonde, entourés de gaînes métalliques, l'un à 12 pieds, l'autre à 24 pieds de profondeur; mais mes efforts pour les sortir de la glace ont été jusqu'ici en partie infructueux. J'ai bien pu retirer le premier de ces instruments, mais son flotteur était tombé à + 2 degrés, malgré les précautions que j'avais prises pour éviter les chocs, en creusant un fossé autour du trou de sonde qui s'était rempli de glace bleue. Peut-être parviendrai-je à dégager le second au moyen d'un courant d'eau; mais le manque de combustible ne me permet pas d'en chauffer une quantité considérable, en sorte que l'on avance très-lentement.

» On ne se fait pas généralement une bien juste idée des difficultés que présentent des observations suivies sur les glaciers, surtout par le mauvais temps; et cependant il faut les étudier dans toutes les circonstances possibles pour apprendre à les bien connaître. La semaine dernière, les communications avec l'hospice ayant été interrompues par la

neige, nous avons manqué de tout; nous n'avions plus même de bois pour fondre de la glace et faire de l'eau, lorsque heureusement le temps s'est adouci le 1er août. Les travaux de forage ont également dû être interrompus faute d'eau, et, lorsqu'on les a recommencés, le diamètre du trou principal s'était rétréci, dans sa partie supérieure, de 1 pouce jusqu'à une profondeur de 30 pieds; plus bas, il avait même diminué de 1 $\frac{1}{2}$ pouce jusqu'à une profondeur de 60 pieds, tandis que, dans le fond, il avait conservé son diamètre primitif. Je n'ai pas encore pu m'assurer si ce rétrécissement des trous de sonde est dû à un mouvement général de la masse, à une compression, ou à la congélation de l'eau sur les parois.

» Je vous rendrai compte plus tard des observations que nous faisons sur le mouvement journalier diurne et nocturne du glacier et sur la dilatation et le tassement de l'intérieur de sa masse. Les quantités qu'il s'agit ici d'apprécier se rapprochent tellement des limites des erreurs possibles, que des observations très-prolongées pourront seules donner des résultats satisfaisants.

» La plupart des faits rapportés dans cette lettre étant entièrement nouveaux et de nature à intéresser ceux qui s'occupent des glaciers, je vous prie de vouloir bien en faire part à l'Académie.»

« *P. S.* Je rouvre ma lettre pour vous annoncer l'heureux retour de MM. Desor et Escher de la Linth, qui ont fait aujourd'hui l'ascension du Schreckhorn, dont le sommet s'élève à 4082 mètres. L'hygromètre montrait 43° par + 4° centigrades. Ces messieurs rendront un compte particulier de leur course, qui a été surtout intéressante pour l'étude des glaciers et pour la géologie des Hautes-Alpes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles observations sur un volcan sous-marin dans l'océan Atlantique; par* M. DAUSSY.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 16 avril 1838, une Note sur l'existence probable d'un volcan sous-marin situé *par environ* 0° 20′ *de latitude sud* et 22° *de longitude ouest.*

» Cette annonce avait éveillé l'attention de quelques navigateurs qui cherchèrent à s'assurer, en sondant dans ces parages, si la profondeur de la mer était moindre que dans d'autres points; mais ils ne trouvèrent rien qui pût indiquer un relèvement de fond. L'incertitude de semblables recherches sur un point aussi vague laissait, il est vrai, peu d'espoir d'arriver justement au lieu où aurait pu se manifester ce soulèvement, si

toutefois il existe. Tout restait donc encore très-conjectural; cependant de nouvelles secousses ont encore été éprouvées cette année dans un point qui diffère peu de la position moyenne déduite des observations précédentes; j'ai pensé que l'Académie accueillerait avec intérêt ces nouvelles observations, qui sont tirées de deux journaux anglais et qui tendent à confirmer un fait qui me paraît assez important.

Extrait de l'*United service Journal*, avril 1842, p. 577.

« Le 5 février 1842, à 5 heures du matin, étant par 0°57′ de latitude » sud et 20°47′ de longitude ouest de Greenwich (23°7′ ouest de Paris), » on ressentit à bord du navire *le Neptune*, venant de Chine en Angle- » terre, une secousse et un tremblement semblable à ce qu'éprouverait un » bâtiment en passant sur un récif de corail. L'équipage et les passagers » montèrent en toute hâte sur le pont, s'imaginant que le navire avait tou- » ché. Ce mouvement dura pendant près d'une minute et fut accompa- » gné d'un bruit sourd semblable à un roulement. Vingt-huit jours après, » nous communiquâmes avec *le Harrison* qui venait de l'Inde. On avait » ressenti à bord de ce bâtiment une secousse semblable, à la même » heure, et lorsqu'on était par 0°30′ sud et 21°55′ ouest (24°15′ ouest de » Paris).

» *Signé* TH.-H. MASON, commandant *le Neptune*. »

Extrait du *Nautical Magazine*, août 1842.

« Une Lettre de M. Rackham, commandant le navire *Anne-Marie*, de » Liverpool, datée de Bombay, le 22 mai 1842, rapporte les faits suivants :

» Le 19 janvier, reconnu l'île de Fer; passé ensuite à l'ouest des îles du » cap Vert. Le 5 février, brise légère, mer calme, beau temps; à 5 heures » du matin je fus réveillé par une secousse violente du navire et par un » bruit sourd imitant un roulement. Ma première idée fut que le bâtiment » avait touché sur un danger, la seconde qu'il avait été foudroyé et que » les mâts étaient tombés. Étant monté sur le pont et ayant regardé de » tous côtés, je vis le navire parfaitement sur l'eau, mais éprouvant un » ébranlement comme s'il allait être mis en pièces, de telle sorte que le » timonier ne pouvait pas tenir la barre. Tout l'équipage fut bientôt sur » le pont, frappé d'une terreur panique par cet effrayant tremblement de » terre, qui dura près d'une minute.

» A 5 heures 50 minutes, on ressentit un choc plus léger; à 9 heures » 45 minutes, un autre encore plus faible; enfin, à près de midi, un » dernier à peine sensible.

» A midi, la latitude fut observée de 0° 44′ sud, et la longitude de » 20° 16′ ouest de Greenwich (22° 36′ ouest de Paris); de 5 heures à midi, » la route avait été le sud ouest 26 milles (1). Il est probable que cette » éruption sous-marine pourrait avoir laissé quelque nouveau danger » comme trace de cet événement. »

» Le rédacteur du *Nautical Magazine* ajoute que le capitaine Rackham est un marin distingué auquel on doit accorder une entière confiance; mais le rapport du capitaine Mason, que nous avons donné ci-dessus, suffit pour prouver l'exactitude du fait. »

M. **Regnault** communique, au nom de M. *de Humboldt*, une Note de M. **Moeser**, relative à la formation des images photographiques.

L'auteur résume ainsi ses recherches :

« 1°. La lumière agit sur tous les corps, et sur tous de la même manière : les actions connues jusqu'à ce jour ne sont que des cas particuliers de ce fait général.

» 2°. L'action de la lumière consiste à modifier les substances de telle sorte qu'après avoir éprouvé cette action, elles condensent les diverses vapeurs autrement qu'elles ne le feraient sans cela : la découverte de M. Daguerre repose là-dessus et présente un cas particulier de cette action générale.

» 3°. Les vapeurs sont condensées plus ou moins fortement par les substances ainsi modifiées, suivant leur élasticité et l'intensité de l'action lumineuse.

» 4°. L'iodure d'argent commence, comme on sait, par noircir sous l'influence de la lumière.

» 5°. Si l'action de la lumière est prolongée, l'iodure se transforme en iodure coloré.

» 6°. Les rayons différemment réfrangibles ont une seule et même action, et il n'y a de différence que dans le temps qu'ils mettent à produire un effet déterminé.

» 7°. Les rayons bleus et violets, et les rayons obscurs, découverts par Ritter, commencent rapidement l'action sur l'iodure d'argent; les autres

(1) Ce qui donnerait pour la position de 5 heures du matin 0° 26′ sud et 22° 21 ouest. P. D.

rayons mettent, à produire le même effet, d'autant plus de temps que leur réfrangibilité est moindre.

» 8°. Cependant l'action (5°) est plus rapidement commencée et effectuée par les rayons rouges et jaunes ; les autres rayons emploient d'autant plus de temps qu'ils ont une plus grande réfrangibilité.

» 9°. Tous les corps rayonnent de la lumière, même dans une obscurité complète.

» 10°. Cette lumière ne paraît pas se rattacher à la phosphorescence, car on n'aperçoit aucune différence, que les corps aient été longtemps placés dans l'obscurité, ou bien qu'on les ait exposés à la lumière du jour, ou même aux rayons solaires directs.

» 11°. Les rayons émanés des différents corps agissent, comme la lumière, sur toutes les substances, et produisent les effets indiqués (2°) et (4°).

» 12°. Ces rayons, insensibles sur la rétine, ont une réfrangibilité plus grande que ceux qui proviennent de la lumière solaire, directe ou diffuse.

» 13°. Deux corps impriment constamment leurs images l'un sur l'autre, même lorsqu'ils sont placés dans une obscurité complète (1°), (9°) et (11°).

» 14°. Cependant, pour que l'image soit appréciable, il faut, à cause de la divergence des rayons, que la distance des corps ne soit pas très-considérable.

» 15°. Pour rendre une semblable image visible, on peut se servir d'une vapeur quelconque, par exemple de la vapeur d'eau, de mercure, d'iode, de chlore, de brome ou de chlorure d'iode, etc., etc.

» 16°. Comme les rayons que les corps envoient ainsi spontanément ont une réfrangibilité plus considérable que ceux qui étaient connus jusqu'à présent, ce sont eux aussi qui ordinairement commencent les actions sur les autres substances avec le plus d'intensité (7°).

» 17°. Il existe une lumière latente, de même qu'une chaleur latente.

» 18°. Lorsqu'un liquide se vaporise, la lumière qui correspond à une certaine durée d'oscillation devient latente, et se trouve remise en liberté lorsque la vapeur se condense en gouttes liquides.

» 19° C'est pour cela que la condensation des vapeurs produit en quelque sorte les mêmes effets que la lumière : ainsi se trouve expliqué le rôle de la vapeur (2°) et (15°).

» 20°. La condensation des vapeurs sur les plaques agit comme la lumière, que la vapeur en excès adhère simplement, comme fait la vapeur

d'eau sur la plupart des substances, ou d'une manière permanente, comme fait habituellement le mercure, ou enfin se combine chimiquement avec la substance, comme, par exemple, la vapeur d'iode avec l'argent.

» 21°. La lumière latente de la vapeur de mercure est jaune; toutes les actions que produisent les rayons jaunes peuvent être obtenues par la condensation de la vapeur de mercure.

» 22°. La couleur latente de la vapeur d'iode est bleue ou violette; les actions des rayons bleus ou violets peuvent être également reproduites par la condensation de la vapeur d'iode.

» 23°. Les couleurs latentes du chlore, du brome, du chlorure d'iode et du bromure d'iode paraissent peu différer, quant à la réfrangibilité, de celle de l'iode.

» 24°. Quant à la couleur latente de la vapeur d'eau, je puis dire seulement qu'elle n'est ni verte, ni jaune, ni orange, ni rouge.

» 25°. L'iodure d'argent doit sa sensibilité pour les rayons visibles à la lumière latente de la vapeur d'iode.

» 26°. L'iodure d'argent n'est pas plus sensible aux rayons invisibles que ne l'est l'argent lui-même.

» *Remarque*. En exceptant les principes des n^{os} 9, 17, 18 et 25, tout ce qui précède repose sur des recherches suffisamment nombreuses, qu'on trouve décrites dans les Mémoires suivants (*Annales de Physique de Poggendorf, etc.*):

» (a). *De la marche de la vue, et de l'action de la lumière sur tous les corps;*

» (b). *Sur l'état latent de la lumière;*

» (c). *Sur la lumière invisible;*

» Si l'on rejette les principes énoncés (9°, 17°, 18°, 25°), on écarte tout point de vue théorique, mais on est hors d'état d'expliquer les phénomènes.»

M. Arago communique la lettre suivante de M. Breguet, relative à un phénomène qui confirme les expériences de M. *Mœser* :

« Les faits remarquables qui viennent d'être découverts par M. le professeur Mœser, et dont la communication a été faite dernièrement à l'Académie par M. Regnault, me rappellent quelque chose d'analogue que nous avons observé de temps à autre dans l'intérieur des boîtes de montres en or, et dans l'intérieur même de machines dont toutes les pièces étaient en cuivre jaune.

» Tout le monde sait que, lorsqu'on ouvre le fond d'une montre, on aperçoit un second fond, appelé la *cuvette,* sur laquelle est gravé le nom du fabricant. Ce second fond est très-près du premier; il y a entre eux l'épaisseur d'un dixième de millimètre tout au plus. Eh bien, nous avons eu souvent occasion de voir sur le fond l'image renversée et très-distincte du nom gravé sur la cuvette.

» Dans des machines où des pièces se trouvaient être aussi placées à de très-petites distances, nous avons vu aussi quelquefois sur l'une d'elles la représentation de signes plus ou moins remarquables.

» Nous avions trouvé ces faits fort curieux, nous les avions même communiqués à quelques personnes; mais, n'ayant pas eu le temps d'observer toutes les particularités du phénomène, nous nous étions abstenu jusqu'ici d'en faire mention.

» Mais maintenant que cela entre dans le domaine de la science, ce n'est peut-être pas trop oser que de présenter ainsi des faits sans les accompagner d'observations accessoires; car, plus ils seront multipliés, et plus promptement on arrivera à l'explication d'un phénomène si remarquable.

» Voilà, M. le Secrétaire, mon observation; je vous laisse le maître de décider si elle mérite d'être communiquée à l'Académie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore lumineux observé au Grand-Lemps (Isère), le 12 août 1842.* — Extrait d'une Lettre de M. **Bourdot** à M. *Arago.*

« La communication que vous a faite M. Marcel de Serres, sur l'apparition d'un météore dans les environs de Montpellier, et dont vous avez entretenu l'Académie dans sa séance du 6 août, nous engage à vous en faire une du même genre, qui ne nous paraît pas d'un moindre intérêt. Nous avons pu d'autant mieux observer ce phénomène, qu'il est apparu dans une région du ciel où je cherchais quelques étoiles, avec deux de mes amis. C'était au Grand-Lemps (Isère), le 12 août, à 9 heures environ du soir. Le météore a pris naissance à 2° environ au-delà de l'étoile polaire, à peu près dans le prolongement de la droite qui joint cette étoile à β de la petite Ourse. Il a suivi cette direction en s'avançant du nord-est au sud-ouest, sensiblement en ligne droite inclinée vers le sud de 20 à 30° à l'horizon. Il a passé à 10 ou 15′ environ à l'est de l'étoile polaire et à 15 ou 20′ à l'est de la petite Ourse. Sa lumière, d'abord faible et assez sem-

blable à celle d'une étoile filante ordinaire, a augmenté ensuite rapidement d'intensité jusqu'à la distance de 4 ou 5° au nord de ϐ de la petite Ourse, où le météore a éclaté sans bruit comme une fusée, et s'est épanoui comme une étoile d'artifice de 15′ environ de diamètre, en développant les plus belles couleurs bleues et rouges; mais il n'a point encore disparu : il a repris sa teinte blanchâtre, a diminué d'intensité en continuant sa marche, et est allé s'éteindre à 3° environ au sud de ϐ de la petite Ourse. La durée du trajet a été de 5 à 6″. Mais il a laissé sur tout son passage une trace lumineuse dont la largeur et l'intensité diminuaient de part et d'autre du point où il a éclaté, et où elle avait environ 8 ou 10′ de large. Cette trace d'une lueur phosphorique a persisté pendant 24 à 25″, en diminuant progressivement d'intensité. La partie où le météore a éclaté a été la dernière à disparaître. La persistance de cette trace et la manière dont elle a disparu ne permettent pas de penser qu'elle puisse être une illusion d'optique. La longueur et la durée du trajet semblent indiquer que la hauteur du météore n'était pas très-considérable; cependant je ne doute pas qu'il n'ait été visible à une grande distance: il était d'ailleurs si remarquable, qu'on n'a pas pu le confondre avec les étoiles filantes ordinaires. J'espère donc que nous n'aurons pas été les seuls assez heureux pour avoir pu l'observer et déterminer deux des principales étoiles auprès desquelles il a passé; et s'il a pu être observé ailleurs aussi bien qu'ici, quelque incomplètes que soient ces observations, elles pourraient amener la découverte de quelques éléments importants qui ont jusqu'ici échappé à toute investigation, tels que la hauteur approximative de la région où s'est passé le phénomène.

» *P. S.* Le ciel était très-pur et la température assez chaude. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Extrait de la correspondance de* M. ARAGO, *sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août.*

Les Notes qui suivent prouvent que des étoiles filantes se sont montrées en nombre inusité dans les nuits du 9 au 13 août 1842; elles établissent avec non moins d'évidence que pour se prononcer sur la périodicité du phénomène, il ne suffirait pas de consulter les observations d'un seul lieu.

OBSERVATIONS D'ÉTOILES FILANTES EN AOUT 1842.

Observations de M. LITTROW, *à Vienne.*

Dans la nuit du 9 au 10, 60 en deux heures, 30 par heure, en moyenne.
du 10 au 11, 774 en six heures, 129 par heure (de 9^h à 3^h du matin).

Observations faites à Rennes par M. L. Bohard, *horloger.*

Dans la nuit du 10 au 11 août, 21 (dont 6 très-brillantes) en une heure (de $9^h 15^m$ à $10^h 15^m$).
22 en $\frac{1}{2}$ heure (de 2^h à $2^h 30^m$).

M. Bohard était *seul,* et n'a guère compté que les étoiles partant du zénith. Le résultat de Rennes est donc plus étonnant encore que celui de Vienne.

Les grandes étoiles laissaient, à Rennes, des traînées lumineuses qui restaient visibles pendant plusieurs secondes (jusqu'à 5^s); elles se mouvaient *presque toutes* du nord au sud, ou du nord-est au sud-est. Les vitesses apparentes étaient très-inégales.

Langres. Observateur, M. *l'abbé* Simmonel.

Dans la nuit du 11 au 12, entre $9^h 30^m$ et 10^h, nombre d'étoiles très-considérable. Dans certains moments, elles circulaient presque sans interruption; la plupart se mouvaient du nord-est au sud-ouest. « Quand je quittai ce spectacle, dit M. l'abbé Simmonel dans sa Lettre à » M. Arago, l'apparition de ces MYRIADES de petites planètes ou de bolides » n'avait pas diminué.... Certains de ces météores, ajoute M. Simmonel, semblaient se promener majestueusement dans l'espace, et donnaient au » spectateur le temps d'admirer la traînée de lumière qu'ils laissaient sur » leur route; d'autres passaient avec la rapidité d'un trait enflammé. »

Tours. Observateur, M. Laugier.

« Dans la nuit du 10 au 11 août, de $9^h 35^m$ du soir à $9^h 50^m$, c'est-à-dire en 15^m, j'ai compté, dit M. Laugier, 13 étoiles filantes; elles avaient toutes une même direction, celle du nord-est à l'ouest. J'observais d'une fenêtre d'où je pouvais découvrir $\frac{1}{8}$ du ciel environ au NORD.

» D'une autre fenêtre, d'où je voyais au moins $\frac{1}{5}$ du ciel au SUD, j'ai compté, de $9^h 55^m$ à $11^h 45^m$, c'est-à-dire dans l'intervalle de $1^h 50^m$, 62 étoiles filantes, dont 57 avaient même direction de l'est au sud-est. »

Si l'on supposait les étoiles filantes de la nuit du 10 au 11 août uniformément réparties dans le temps et dans l'espace,

La première observation de M. Laugier donnerait, pour le ciel entier et par heure........... 416 étoiles;

La seconde........ 117.

Maiche (département du Doubs). Observateur, M. Victor Mauvais.

Dans la nuit du 9 au 10 août, vers 11 heures du soir, M. Mauvais a vu 23 étoiles filantes en 30 minutes, dans la partie N.-O. du ciel. Les observations furent circonscrites dans un espace comprenant environ un quart du ciel.

La partie proportionnelle donnerait, pour le ciel entier et par heure, 184 étoiles.

Paris. Observateur, M. Eugène Bouvard.

Dans la nuit du 9 au 10, de 10^h	à $11^h\ 1^m$,	19 étoiles dans le tiers du ciel;
Pour le ciel entier et par heure,		56 étoiles.
Dans la nuit du 10 au 11, de 9^h55^m	à 10^h30^m,	16 étoiles;
Pour le ciel entier et par heure,		81 étoiles.

Dans la nuit du 9 au 10, presque toutes les étoiles filantes étaient très-brillantes, et laissaient après elles de belles traînées lumineuses, blanches ou orangées.

Toulouse. Observateur, M. Petit.

Ciel couvert dans les nuits du 10 au 11 et du 11 au 12.

Les étoiles vues les autres jours, malgré leur rareté, sont favorables à l'idée de la périodicité. L'observateur, tourné vers le nord, vit :

Dans la nuit du 9 au 10,	de 9^h22^m	à $10^h\ 12^m$,	11 étoiles;
du 12 au 13,	de 11^h58^m	à $1^h\ 3^m$,	7 étoiles;
du 13 au 14,	de 9^h46^m	à $10^h\ 35^m$,	4 étoiles.

PHYSIQUE. — *Sur l'identité des diverses radiations lumineuses, calorifiques et chimiques; par* M. **Melloni.**

Tel est le titre d'un Mémoire que M. Melloni a lu à l'Académie royale des Sciences de Naples, le 2 février 1842, et dont il vient d'envoyer un exemplaire à l'Académie. L'auteur s'y déclare partisan décidé de la théorie des ondulations. Suivant lui, l'*hypothèse de l'émission ne saurait plus se soutenir.* Voici les conclusions de son travail :

« La lumière, la chaleur et les réactions chimiques sont trois manifestations des ondulations éthérées qui constituent le rayonnement solaire. Les ondulations obscures, douées de l'action chimique ou calorifique,

sont parfaitement semblables aux ondulations lumineuses; elles en diffèrent seulement par la longueur. Or, ce caractère distinctif appartient à l'*espèce* et non pas au *genre;* et il existe précisément autant de diversité entre un rayon obscur chimique ou calorifique et un rayon de lumière, qu'il y en a entre deux rayons lumineux de couleurs différentes. Il est vrai que les radiations lumineuses se distinguent de toutes les autres par leur action sur la faculté visive; mais cette propriété dérive d'une véritable *qualité accidentelle*, et n'a aucune importance par rapport au rayonnement considéré en lui-même. Pour en être convaincu, il suffit d'observer que la propriété d'éclairer et d'illuminer, dans cette série d'ondulations qui produit les phénomènes optiques, disparaîtrait complétement avec la destruction de l'organe de la vue chez tous les êtres animés, sans que pour cela il s'ensuivît la moindre altération entre les relations mutuelles des rayons élémentaires, ou entre les rapports de ces rayons avec le reste de la nature. Alors les éléments lumineux ne pourraient plus se distinguer entre eux, ni des éléments *chimiques* ou *calorifiques* placés au delà des deux extrémités du spectre, que par des différences de diffusion, de transmission, de réfraction et d'absorption, différences qui constituent, comme nous le disions ci-dessus, les véritables caractères analytiques des radiations élémentaires.

» La propriété d'échauffer n'avait été attribuée jusqu'ici qu'aux rayons colorés et aux radiations obscures inférieures à la limite rouge : on la refusait aux rayons chimiques placés au-dessus du violet. Nous venons de la constater aussi pour ces derniers rayons; elle y existe à un degré bien faible à la vérité, mais indubitable; il n'y a d'ailleurs aucune transition brusque de température entre les radiations chimiques obscures et l'espace lumineux, mais une succession graduée, comme dans le reste du spectre. Nous avons trouvé aussi quelques traces de chaleur dans la lumière solaire transmise par ces systèmes de corps qui paraissaient complétement adiathermiques. Une nouvelle série d'expériences nous a enfin dévoilé la véritable cause qui fait passer successivement le maximum de température dans le rouge, l'orangé et le jaune lorsqu'on emploie des prismes de crownglass, d'alcool, d'eau et autres milieux incolores thermochroïques, ou lorsqu'on transmet le spectre calorifique normal au travers d'une couche plus ou moins épaisse de ces matières : le phénomène provient, sans aucun doute, du mélange d'un certain nombre de radiations calorifiques obscures avec les couleurs inférieures du spectre, radiations qui sont plus ou moins absorbées par la différente thermochrôse de la sub-

stance qui compose le prisme ou la couche interposée. Lorsque les éléments rouges, orangés, jaunes, sont tout à fait purs et parfaitement séparés de ces rayons hétérogènes, *leur passage par les milieux incolores et thermochroïques ne produit plus aucun changement dans la distribution de la chaleur prismatique,* QUI VA TOUJOURS EN AUGMENTANT DU JAUNE AU ROUGE.

» L'objection si formidable du transport du maximum de température du rouge au jaune, pendant que le maximum de lumière restait invariablement fixé sur cette dernière zone du spectre, perd donc sa valeur et s'explique tout naturellement par le principe des transparences relatives, développé dans le chapitre précédent.

» Nous donnerons ailleurs les détails des expériences relatives à ces divers sujets : ici nous remarquerons seulement que leurs résultats rendent la théorie de l'identité de plus en plus solide, et mettent tout à fait hors de doute le principe fondamental que nous avons adopté dans le cours de ce Mémoire, relativement à la prédominance de la chaleur sur la lumière.

» Retenons donc que l'action échauffante est une propriété générale de toutes les radiations vibrées par les sources lumineuses. Les propriétés d'éclairer et d'exciter les réactions chimiques n'appartiennent qu'à certaines espèces, et offrent parfois le singulier caractère de produire en même temps des effets différents et même contraires sur l'instrument ou sur l'organe destiné à nous révéler leur présence et leurs qualités. Ainsi, en explorant, à l'aide de deux papiers sensitifs, la distribution et les intensités relatives des rayons chimiques contenus dans le spectre solaire, on trouve le maximum d'action dans l'indigo, par exemple, pour l'un des papiers, et pour l'autre dans le violet ou dans la zone obscure consécutive; ainsi le rayon lumineux le moins réfrangible du spectre présente un rouge tranché à la vue ordinaire, et se confond avec le bleu ou le vert, aux yeux de quelques observateurs. Les rayons placés au delà du violet sont invisibles pour les yeux ordinaires, et visibles en partie pour certains individus.

» Mais la généralité, la constance ou l'instabilité ne sont pas les seuls caractères qui distinguent entre elles les trois actions des sources rayonnantes. Les limites entre lesquelles se développe l'action lumineuse dans le spectre solaire diffèrent de celles où s'étendent les actions de la chaleur et de la force chimique; la température la plus élevée y est totalement séparée du plus grand éclat de la lumière, et de l'action chimique la plus vigoureuse.

» La *transparence* des corps par rapport à la chaleur semble, dans certains cas, tout à fait indépendante de leur transparence relativement à la lumière; certaines substances opaques sont, en effet, librement traversées par la chaleur, d'autres arrêtent presque toute la chaleur et sont perméables à la lumière. Les corps blancs renvoient quelquefois, par diffusion, les radiations calorifiques incidentes, et parfois ils les absorbent; les milieux limpides et incolores, exposés aux mêmes radiations, les interceptent et se réchauffent en certains cas, tandis que, dans d'autres circonstances, ils les transmettent librement et ne subissent aucun changement de température, en sorte que ces diverses substances, privées de toute espèce de coloration apparente, se montrent douées, par rapport au rayonnement calorifique, d'une *force d'absorption élective*, tout à fait semblable à celle que les couleurs exercent sur le rayonnement lumineux; d'autres corps manquent de cette qualité élective, et agissent sur les rayons de chaleur comme les substances blanches proprement dites sur les rayons de lumière. Des faits analogues prouvent qu'il existe dans certains corps blancs et dans certains milieux incolores une force du même genre, distincte de l'absorption calorifique élective, et applicable à la seule radiation chimique.

» Ces variétés de position dans le spectre solaire, ces variétés de blancheur dans les corps opaques, de transparence et de coloration dans les milieux diaphanes, rapprochées de l'uniformité des lois qui gouvernent le mouvement et les modifications générales des trois espèces de rayons, présentent à l'esprit une complication immense, tout à fait opposée à la marche ordinairement si simple de la nature. Mais si l'on admet le synchronisme entre les vibrations de l'éther et des molécules pondérables, ainsi que l'identité des trois agents (1), principes qui découlent tout naturellement de l'hypothèse sur laquelle est fondé le système des ondulations, ces actions si variées, cette foule de faits qui semblent n'avoir

(1) Nous prions le lecteur d'avoir bien présent à l'esprit que le principe de l'identité de la lumière et de la chaleur, avancé par nos prédécesseurs, n'était alors qu'une hypothèse gratuite, ou, pour mieux dire, une question tout à fait prématurée. Et réellement, comment pouvait-on comparer à un rayon de lumière le calorique rayonnant vibré par l'eau bouillante, ou par toute autre source de basse température, lorsqu'on croyait que cette espèce de chaleur ne se transmettait pas immédiatement au travers des corps solides, et ne se dispersait pas en rayonnant tout autour de chaque point

entre eux aucun rapport, se réunissent aussitôt comme par enchantement, et forment une seule théorie, admirable par la simplicité du principe et de la richesse des conséquences.

» La chaleur développée chez les corps frappés par les radiations consiste dans la quantité de mouvement communiquée aux masses pondérables par les pulsations de l'éther; la lumière, dans les oscillations moléculaires de la rétine et des objets extérieurs synchroniques avec une certaine série d'ondulations éthérées; et l'action chimique, dans la séparation des atomes causée par la violence extrême avec laquelle ont lieu quelquefois ces mêmes vibrations synchroniques des corps.

» Les ondulations de l'éther cessent d'être visibles lorsque leurs pulsations sont trop rapides ou trop lentes pour faire naître, en vertu d'un principe totalement analogue à la résonnance, les vibrations de la rétine; elles produisent, au contraire, le *maximum* de sensation lumineuse, lorsqu'elles se trouvent dans le plus grand *accord* possible avec l'*élasticité* des molécules nerveuses qui constituent cette membrane de l'œil.

» Par la même raison, certaines ondulations éthérées sont incapables d'exciter les réactions chimiques, tandis que d'autres sont douées de cette propriété au plus haut degré.

» Il en résulte que l'action chimique et la lumière dépendent plutôt de la *qualité* des ondulations que de leur *force d'impulsion* ou de leur *quantité de mouvement*. On conçoit alors parfaitement pourquoi la zone la plus éclairante et celle qui produit le plus grand effet chimique ne se rencontrent pas dans le spectre avec la zone de la température la plus élevée. On conçoit aussi pourquoi les actions produites par les différentes radiations prismatiques, sur les papiers sensitifs et sur la vue de quelques individus, changent avec les matières photogéniques et l'élasticité de la rétine chez l'observateur.

» Les effets variables de diffusion, de transmission et d'absorption que

---

des surfaces dépolies, à la manière des radiations lumineuses? Aussi le principe de l'identité était si mal compris par nos devanciers, qu'ils comparaient les rayons obscurs les plus réfrangibles du *spectre solaire* (les *rayons chimiques*) à la chaleur rayonnante terrestre qui *commence à devenir visible* par l'élévation de la température, et qu'ils déduisaient de ce parallèle la cause de la couleur bleue ou violette qui se faisait remarquer à la première apparition de certaines flammes! (BIOT, *Traité de Physique*, tome IV, page 617.)

présentent les substances blanches et les milieux incolores, résultent d'une véritable *coloration* des corps, relativement aux rayons chimiques ou calorifiques obscurs, *coloration* invisible, comme les rayons qui lui appartiennent, parce que les ondulations éthérées diffuses, transmises ou absorbées, sont précisément celles qui, par leurs oscillations trop rapides ou trop lentes, sortent des limites de l'*élasticité moléculaire* du nerf optique, et ne peuvent, par conséquent, y exciter aucune espèce de vibration lumineuse.

» Le papier est blanc parce que sa constitution moléculaire lui donne la propriété de vibrer avec une force égale en vertu des différentes ondulations visibles du spectre, qui toutes y subissent, par conséquent, une diffusion égale; l'eau est limpide parce que sa constitution moléculaire lui permet de transmettre uniformément la totalité des mêmes éléments du spectre solaire. Mais les ondulations, plus longues que les rouges, d'où dérivent les phénomènes de la chaleur obscure, ne peuvent être ni diffusées par le papier, ni transmises par l'eau; donc ces deux corps sont *colorés*. Ces *couleurs*, qui ne paraissent pas, à cause de l'imperfection de l'œil humain, incapable de percevoir la série entière des ondulations éthérées, se démontrent d'une manière irréfragable au moyen des instruments thermoscopiques, qui marquent la présence de l'ondulation diffuse ou transmise par le mouvement de l'indice du thermoscope, et qui demeurent immobiles lorsque l'ondulation est éteinte en vertu de la *force colorante*. La même chose arrive à l'égard des phénomènes de *blancheur colorée* dus aux radiations obscures placées au delà du violet, phénomènes qui sont mis en évidence par les réactifs chimiques.

» Des actions du même genre se développent enfin dans l'intérieur des *milieux opaques*: alors tous les éléments lumineux sont interceptés par la *couleur diathermique* du corps qui ne livre passage qu'à un certain groupe d'ondulations éthérées, dont les longueurs surpassent celle du dernier rouge.

» L'échauffement d'une matière blanche exposée à l'action successive de toutes les espèces de rayons n'est pas proportionnel à la *force d'impulsion* des ondulations incidentes, parce que les éléments invisibles sont presque tous absorbés, et les autres fortement réverbérés; mais un corps noirci renvoie une portion égale, et extrêmement petite, de toutes sortes d'ondulations, et il acquiert une température d'autant plus élevée que la radiation incidente contient une plus grande quantité de mouvement.

» La chaleur est, en conséquence, l'unique agent capable de mesurer

les forces ou intensités relatives des rayons élémentaires qui composent les radiations du soleil et des sources terrestres. La lumière et l'action chimique ne pourraient pas servir à ce but, car elles ne sont pas toujours proportionnelles à l'énergie de la cause agissante, et ne représentent que des effets divers de la facilité plus ou moins grande avec laquelle les molécules pondérables placées à la surface des corps suivent les périodes des ondulations éthérées. »

PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES. — M. l'abbé **Fatou** adresse, de Chambéry, à M. *Arago*, le tableau des perturbations que l'aiguille aimantée de déclinaison a subies dans cette ville, le 15 et le 16 avril 1842. Les observations ont été faites au Collége royal, de cinq minutes en cinq minutes, par M. l'abbé Fatou et par M. Calvetti, professeur de mathématiques. Voici textuellement les remarques qui accompagnent le tableau :

« Les observations des quatorze jours précédents d'avril ont donné pour moyennes :

à 8 heures du matin 16′31″, à 1^h30^m du soir 30′1″;

ce qui donne une variation de 13′30″ et une position moyenne de l'aiguille de 23′16″. Le tableau précédent donne donc lieu aux remarques suivantes :

» 1°. L'aiguille déviait, à 5^h30^m du matin, de 19′16″ de la position moyenne qu'elle a eu les premiers jours du mois ; et à 11^h25^m du soir, de 14′51″ à l'est de la même position ; elle a parcouru dans cet intervalle de temps un arc de 34′7″.

» 2°. L'aiguille a parcouru cet arc de 34′7″ en exécutant une série d'oscillations lentes dont l'amplitude a été la plus grande vers les positions extrêmes de l'aiguille, et qui a été presque nulle vers le milieu du jour où l'aiguille a occupé sa position normale, la perturbation ayant disparu par l'action solaire.

» 3°. Les oscillations plus grandes de l'aiguille ont été elles-mêmes généralement accompagnées d'oscillations plus petites, qui ont altéré la régularité de leur marche.

» 4°. A 8 heures du matin, époque du minimum, la déviation a été plus grande qu'à 1^h30^m du soir, époque ordinaire du maximum.

» 5°. Malgré les grandes perturbations qu'a éprouvées l'aiguille, sa position moyenne, déduite de toutes les observations renfermées dans le tableau, est

de 23′34″ et diffère peu, comme on le voit, de la position moyenne des premiers jours du mois, qui a été de 23′16″. Elle en diffère au contraire beaucoup si l'on se contente de prendre pour moyenne du jour la moyenne du minimum et du maximum qui ont eu lieu entre 8 heures du matin et 2 heures du soir; le premier a eu lieu à 9^h10^m: sa valeur est de 20′40″; le second a eu lieu à 1^h40^m, et s'élève à 31′50″. La moyenne de ces deux valeurs est de 26′15″. Quant à la moyenne des observations de 8 heures et de 1^h30^m, elle serait ici évidemment fautive.

» 6°. Les mouvements de l'aiguille ont été quelquefois très-rapides : c'est ainsi, par exemple, que, de 6^h50^m du matin à 6^h55^m, elle a parcouru un arc de 6 minutes, et que, de 7^h25^m à 7^h30^m, elle a parcouru en sens opposé un arc presque égal au premier; l'oscillation qui a eu lieu de 6^h50^m à 7^h30^m du matin présente donc cette particularité remarquable qu'elle a commencé et fini par deux mouvements contraires, tous deux fort brusques et presque égaux. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — M. **Arago** a reçu une Lettre dans laquelle on lui parle de certain manuscrit portant par erreur, par ignorance ou par suite d'un falsification préméditée, le nom d'un analyste ancien et fort célèbre. Le manuscrit, en le supposant authentique, renverserait de fond en comble l'histoire des mathématiques. M. Arago espère recevoir, d'ici à peu de jours, une copie fidèle de cette pièce singulière; il priera alors l'Académie de la faire examiner par une Commission.

M. **Gaubert**, inventeur de deux machines, dont l'une sert à composer et l'autre à décomposer (*à distribuer*), envoie deux Notes; l'une :

Sur le principe mathématique des classifications;

La seconde est intitulée :

Influence du Gérotype sur le sort des ouvriers compositeurs.

(Ces deux Notes sont renvoyées à l'examen de la Commission déjà nommée.)

GÉOLOGIE. — *Observations recueillies dans une ascension sur le Schreckhorn.* — Extrait d'une Lettre de M. E. **Desor** à M. *Élie de Beaumont.*

« Hôtel des Neufchâtelois (sur le glacier inférieur de l'Aar), le 15 août 1842.

» Nous sommes ici, d'après M. Studer, au milieu du grand massif du Finsteraar-Horn. La vallée du glacier inférieur de l'Aar, sur lequel est con-

struite notre cabane, est ouverte dans le noyau central composé de roches primitives : ces roches se composent ici de schiste micacé, de gneiss, de protogine et de granit indistinctement stratifié, que nos géologues suisses ont désigné sous le nom de *granit gneissique*.

» Jusqu'ici on n'a guère fait de distinction entre ces différentes roches, parce que, en beaucoup d'endroits, elles passent insensiblement de l'une à l'autre. Cependant nous avions déjà remarqué l'année dernière dans l'aspect des moraines qui descendent des hautes régions des différences très-notables, suivant les points auxquels elles se rattachent. J'ai essayé, cette année, de remonter à l'origine de ces moraines, et j'ai en effet rencontré une limite très-tranchée entre les différentes roches en place, et particulièrement entre les schistes micacés noirâtres à pâte fine, se délitant en dalles très-minces, et les granits gneissiques très-compactes, qui, étant ordinairement peu micacés, contrastent d'une manière très-tranchée avec les schistes. En poursuivant plus tard avec mon ami, M. Escher de la Linth, ces rapports de contact sur les différentes cimes qui nous entourent, nous avons remarqué que la limite, tout en étant très-distincte, ne forme cependant pas une séparation réelle, en sorte qu'il est très-facile de tailler des échantillons qui montrent les deux roches. On ne remarque pas d'altération sur la limite du schiste; mais les cristaux de feldspath du granit prennent parfois une apparence un peu vitrifiée au point de contact. Le granit forme aussi fréquemment des filons dans le schiste, qui ont quelquefois une épaisseur de 20, 30 et 50 pieds, quelquefois aussi seulement de 2 ou 3 pouces. Nous avons remarqué en outre que la pâte de ces filons était généralement à grain plus fin que les masses de granit en place. A ne considérer que l'aspect de ces filons, on serait involontairement conduit à les envisager comme des coulées introduites dans la masse des schistes; mais comment arranger cette manière de voir avec la théorie des métamorphoses, qui voit, même dans le granit gneissique, des terrains de sédiment transformés? Il est à remarquer aussi qu'on ne trouve nulle part des filons de schiste dans le granit.

» Pour avoir un aperçu général de ces alternances de roches, nous avons fait, le 8 de ce mois, l'ascension du *Schreckhorn* qui, comme vous le savez, n'avait pas encore été escaladé (1). Arrivés au sommet de l'arête à 2^h30^m

---

(1) Le *Schreckhorn* a environ 4080 mètres de hauteur (100 mètres de moins que la Jungfrau).

de l'après-midi, nous y sommes restés jusqu'à 4 heures, et nous y avons pu voir que cette limite, que nous avons observée sur la rive gauche de notre glacier, à la hauteur de notre cabane, se continue au sud par les Lauteraar-Hörner, dans les massifs des Finsteraar-Horn, et au nord dans le Ritzlihorn. Cette limite est absolument dans la direction des couches, qui elle-même est très-constante, oscillant entre 3 et 5 heures (d'après M. Studer, de O. 37° S. en E. 37° N.). Toutes les grandes cimes des Alpes bernoises sont à l'ouest de cette limite, et toutes sont schisteuses, entre autres le Schreckhorn, le Finsteraar-Horn, le Münch, l'Eiger, les Viescher-Aörner. Il est vrai qu'à mesure qu'on s'éloigne du point de contact, ces schistes perdent insensiblement leur pâte fine; leur grain devient même parfois très-grossier (à la Jungfrau), mais on ne les distingue pas moins du granit gneissique à leur structure schisteuse ainsi qu'à leur aspect général. Le massif de granit gneissique ne s'élève nulle part à des hauteurs aussi considérables et ne forme point (au moins ici) des aiguilles aussi déchirées que le schiste. On dirait que le granit est le véritable noyau et que les arêtes schisteuses que je viens de nommer ont été repoussées par lui en haut et latéralement lors du soulèvement. Au contact des deux roches, le schiste plonge ici au sud sous le granit, en formant avec la verticale un angle de 10 à 20 degrés; d'après M. Studer, il en est même dans la vallée de Hassli jusqu'à Guttannen, tandis qu'au Grimsel les couches sont verticales. A Obergestelen, dans la vallée de Conches (vallée du Rhône), elles commencent déjà à plonger au nord et déterminent ainsi l'éventail du massif du Finsteraar-Horn. Les vallées entament le massif dans tous les sens. C'est ainsi que la vallée de Finster-Aar est, relativement à la direction des couches, une vallée transversale, et la vallée de l'Unter-Aar une vallée presque longitudinale.

» Dès que M. Wild aura terminé la carte de notre glacier, j'aurai soin d'indiquer sur un exemplaire les différentes alternances qui s'observent autour de nous entre les roches, et je me ferai un plaisir de vous en transmettre un exemplaire.

» Sous le rapport des glaciers, notre ascension du Schreckhorn n'a pas été sans quelque intérêt. Obligés de traverser, à une hauteur de 11000 pieds, une paroi de glace de 40 à 45° d'inclinaison pour gagner le sommet, nous y avons trouvé cette glace tellement imbibée d'eau, que les degrés que nous taillions s'en emplissaient en un clin d'œil. La glace elle-même était plutôt coriace que dure, et, par cette raison, très-difficile à entamer. L'année dernière encore, nous avions été très-embarrassés d'expliquer la pré-

sence d'un revêtement de glace au sommet de la Jungfrau, parce que nous n'y avions rencontré aucune trace d'eau qui pût transformer la neige en glace, et que la température ne s'était pas élevée au-dessus de 0°. Maintenant que nous avons vu qu'au sommet du Schreckhorn la température ne descendait pas à l'ombre plus bas que +2,5 cent, et comme nous savons en outre, par les expériences de M. Nicolet (de la Chaux-de-Fond) que la neige fond aussi sur les montagnes par une température sensiblement plus basse que 0° (*Bibliothèque universelle*, numéro de mai 1842), la glace du sommet de nos plus hautes cimes n'a plus rien que de très-naturel. L'abondance d'eau était si considérable jusque vers le sommet du Schreckhorn, qu'une pierre que nous lançâmes de la cime sur la paroi de glace la plus voisine donna instantanément lieu à un ruisseau, en enlevant la couche de neige qui recouvrait la glace. Ces glaces des hautes régions se font cependant remarquer par un caractère particulier, c'est que, quoique très-inclinées et très-dures, elles ne présentent nulle part des crevasses, tandis que les névés, bien moins rapides, qui sont à leur pied, sont extraordinairement bouleversés. Je crois, avec M. Agassiz, qu'il faut attribuer cette particularité à la faible épaisseur de cette couche qui, au Schreckhorn au moins, ne dépasse pas selon toute apparence, 20 pieds, tandis que les masses qui occupent le fond des vallées sont incomparablement plus puissantes. »

Nouveaux résultats obtenus par les procédés galvanoplastiques. — Extrait d'une Lettre de M. **Soyer** à M. *Arago*.

« .. J'ai confectionné avec mes seules ressources :

» Un dauphin de $2^{m},40$ de long sur $1^{m},60$ de circonférence ;

» Une médaille de Monge de $0^{m},77$ de diamètre et de $0^{m},20$ de relief;

» Un buste d'après l'antique, dit le *Bacchus indien*, plus fort que nature;

» Un bas-relief, dit *la Charité*, d'après Germain Pilon, de $0^{m},47$ de haut sur $0^{m},90$ de long;

» Un grand médaillon, représentant la famille royale;

» Ces pièces ont été exposées à Munich, sous un autre nom que le mien.

» Quatre bas-reliefs, d'après M. David (d'Angers), représentant les effets de l'imprimerie dans les quatre parties du monde. Chacun de ces bas-re-

liefs, composé de plus de quarante figures, a $0^m,65$ de hauteur sur $1^m,63$ de longueur ;

» Enfin un Christ, ronde-bosse, de $1^m,80$ de proportion, d'après M. Moschnits. »

GÉOLOGIE. — *Ascension au pic de Néthou* (Pyrénées), *sommet culminant de la Maladetta.*

M. **Platon de Tchihatcheff** a envoyé à l'Académie une relation détaillée de son voyage au pic de Néthou. Ce pic, tout entouré de glaciers, n'avait encore été gravi par personne. M. de Tchihatcheff, accompagné de M. de Franqueville et de quatre guides, accomplit la rude entreprise, le 20 juillet 1842. Le 24 juillet, M. de Tchihatcheff, en compagnie, cette fois, de M. Laurent, professeur de chimie à Bordeaux, atteignit de nouveau le même sommet.

La relation que nous avons sous les yeux, de M. l'officier russe, renferme plusieurs chiffres qui méritent d'être conservés. M. de Tchihatcheff faisait partie, dans l'hiver de 1839 à 1840, de la fameuse expédition de Khiva. Pendant cette expédition, le thermomètre centigrade descendit à 43° centigrades au-dessous de zéro. Durant plus de trois mois, la température moyenne se soutint entre — 17 et — 18° centigrades. Au mois de juin, époque du retour du corps expéditionnaire à Orembourg, la chaleur s'éleva jusqu'à + 46° centigrades. Dans l'espace de peu de mois la température avait donc varié de 89°.

Dans la première descente du Néthou, les voyageurs arrivèrent à leur ancienne couchée après avoir été quatorze heures sur pied.

« Je me hâtai, ajoute M. de Tchihatcheff, pour retremper mes membres » fatigués, de me jeter dans les eaux du torrent, qui étaient en ce moment à » + 1°,6 centigrade (environ 1 degré et demi au-dessus de la congélation). » L'action d'une eau si froide sur des pores dilatés, quoique saisissante dès » le principe, a, par la suite, une force tonique remarquable. J'en ai journellement fait l'expérience dans ces montagnes, au profit réel de ma santé » et à la grande surprise de mes guides. »

M. **Arago** complète l'exposition verbale qu'il avait commencée dans la précédente séance, des phénomènes observés pendant l'éclipse de Soleil du 8 juillet 1842.

M. **Sauvage** adresse une Lettre dans laquelle M. **Reynaud**, lieutenant de vaisseau, lui annonce que les essais qu'on a faits avec son physionotype ont donné de bons résultats.

M. **Coulier** annonce qu'il est fait mention dans un ouvrage russe d'une traduction japonaise des *OEuvres de Laplace*.

M. **de Ruolz** met sous les yeux de l'Académie des objets sur lesquels il a fait déposer des couches de plomb, d'étain ou de bronze, au moyen des procédés galvanoplastiques.

M. **Ducis** présente un *anémomètre* portatif.

M. **Martius** présente un ouvrage de M. *de Kobell* sur la galvanographie.

M. **Lemaitre** demande à retirer un Mémoire qu'il avait adressé à l'Académie, intitulé : *De l'action des agents chimiques sur l'albumine dans le traitement des maladies*. Le Mémoire sera rendu.

La séance est levée à cinq heures un quart. A.

ERRATA. (Séance du 18 juillet 1842.)

Page 104, lignes 10 et 35, *au lieu de* 25^{gr},5 *lisez* 5^{gr},25

(Séance du 16 août 1842.)

Page 328, lignes 13 et 14, *au lieu de* Paris 1773, *lisez* Paris en 1773
330, 22, *au lieu de* 1804, *lisez* 1808
Id., 4 en rem., *au lieu de Mécanique céleste, lisez* mécanique céleste (1).
339, 20, *au lieu de* un objection, *lisez* une objection.
342, 3, *ôtez les points qui suivent l'équation* (10).
343, 5, *au lieu de* pour constituer, *lisez* pour en constituer

(1) C'est en effet de la science, et non de l'ouvrage de Laplace que parle l'auteur.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 8; in-4°.

Mémoire sur les canaux souterrains et les houillères de Worsley, près Manchester; par MM. FOURNEL *et* DYÈRE; juillet 1842; in-8°.

Cours de Philosophie positive; par M. AUGUSTE COMTE; tome VI et dernier, contenant le complément de la Philosophie sociale et les conclusions générales; 1842; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VIII, nos 21 et 22; in-8°.

Anatomie microscopique; par M. le docteur MANDL; 8e livraison (1re série, 6e livraison); *Terminaison des nerfs;* 9e livr. (2e série, 3e livr.); *Urine et Lait;* Paris, 1842; in-f°.

Recherches médico-légales sur le sang (*Thèse par* le même); Paris, 1842; in-4°.

Géographie prototype de la France; par M. DENAIX; 1841; in-8°, avec trois feuilles d'atlas.

Journal de Pharmacie et de Chimie; tome II; août 1842; in-8°.

Mémorial encyclopédique; juin 1842; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15 au 30 août 1842; in-8°.

Mémoire sur l'identité des diverses radiations lumineuses calorifiques et chimiques vibrées par le Soleil et les sources terrestres; par M. MELLONI. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève;* mai 1842.) In-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; juin 1842; in-8°.

Transactions. . . *Transactions de la Société philosophique Américaine;* nouvelle série; vol. VIII, partie 1re; Philadelphie, 1841; in-4°.

Uber productus. . . *Mémoire sur les Productus* ou *Leptena*, extrait des *Mémoires de l'Académie de Berlin; par* M. LÉOPOLD DE BUCH; in-4°.

Die Galvanographie. . . *De la Galvanographie, méthode pour imprimer au moyen de planches de cuivre galvanisées; par* M. F. DE KOBELL; Munich, 1842; in-4°.

Oversigt... *Comptes rendus des travaux de l'Académie royale des Sciences de Danemark; par* M. ŒRSTED; in-4°.

Quattro mesi... *Quatre mois à Florence*, ou *Relation de la troisième réunion des savants italiens;* Paris, 1842, in-8°.

Relazione... *Relation des principaux phénomènes observés à Venise pendant l'éclipse solaire du* 8 juillet 1842; *par* M. F. ZANTEDESCHI; Venise, 1842, broch. in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 35.

Gazette des Hôpitaux; n° 100 à 102.

L'Expérience; n° 269.

L'Écho du Monde savant; n^os^ 15 et 16.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 SEPTEMBRE 1842.

VICE-PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Mémoire sur l'émétique arsénique, l'urée et l'allantoïne; par* M. J. PELOUZE. (Extrait.)

« *Combinaison nouvelle d'acide arsénique et de bitartrate de potasse.*— L'émétique, ou tartrate double de potasse et d'antimoine, est devenu, depuis quelques années, l'objet de plusieurs observations pleines d'intérêt.

» M. Mitscherlich a fait voir que l'on peut remplacer dans ce sel l'oxyde d'antimoine par l'acide arsénieux, et que la forme cristalline du nouvel émétique que l'on obtient de la sorte est la même que celle de l'émétique ordinaire.

» MM. Soubeiran et Capitaine ont obtenu, d'un autre côté, un émétique ferrique; et, enfin, M. Hagen a remplacé la potasse de l'émétique antimonieux par l'oxyde d'ammonium.

» Tous ces faits ont démontré l'existence d'une série d'*émétiques* analogue à la série des aluns.

» La combinaison nouvelle dont je vais parler n'appartient pas à la classe des émétiques précédents; l'oxyde ou l'acide à 3 équivalents

d'oxygène de ces sels se trouve remplacé ici par un acide qui en renferme 5 équivalents. On l'obtient de la manière suivante :

» On dissout de l'acide arsénique dans cinq à six fois son poids d'eau, et l'on met la dissolution en contact avec de la crème de tartre en poudre fine.

» La combinaison entre ces deux substances commence à s'effectuer immédiatement; on la facilite par l'ébullition. La liqueur limpide, contenant un excès d'acide arsénique, laisse précipiter, en se refroidissant, le nouvel émétique; mais il vaut mieux verser de l'alcool dans la liqueur claire. Il s'en dépose aussitôt une poudre blanche, tantôt amorphe, tantôt cristalline. On la lave rapidement avec de l'alcool, puis on l'expose à l'air, où elle se dessèche.

» L'*émétique arsénique* a pour formule

$$C^4H^2O^5KO, C^4H^2O^5, ArO^5, 5HO.$$

» A 130°, il perd 5 équivalents d'eau.

» On se rappelle l'observation intéressante de MM. Dumas et Liebig, que l'émétique anhydre, exposé à 220°, perd les éléments de 2 équivalents d'eau. Il était possible, et jusqu'à un certain point vraisemblable, qu'en remplaçant l'oxyde d'antimoine par un corps plus oxygéné, par exemple par l'acide antimonique ou par l'acide arsénique, la chaleur déterminât dans ces derniers composés l'élimination d'une quantité d'eau plus considérable que dans le cas précédent, et cette circonstance fût devenue très-importante dans la discussion des théories dont la constitution de l'acide tartrique a été l'objet.

» Toutefois l'expérience n'a pas permis de réaliser cet espoir. L'émétique arsénique, exposé à l'action d'une chaleur graduellement croissante, après avoir perdu ses 5 équivalents d'eau de cristallisation, ne tarde pas à se colorer fortement, et à répandre une odeur de caramel mêlée d'odeur d'alcarsine, et, quelque précaution que j'aie pu prendre pour enlever de nouvelle eau à ce sel sans le détruire, je n'y suis pas parvenu.

» L'émétique arsénique est très-soluble dans l'eau, mais cette dissolution présente une grande instabilité. Abandonnée à elle-même, elle se détruit peu à peu, et laisse déposer des cristaux de crème de tartre, tandis que l'acide arsénique reste dissous.

» Un excès d'acide arsénique empêche cette décomposition, et rend la combinaison beaucoup plus stable. L'alcool le précipite de la dissolution

aqueuse avec une composition constante, quand il est mêlé avec de l'acide arsénique en excès.

» Je n'ai pas d'ailleurs fait un examen plus approfondi de l'émétique arsénique.

» *Urée.* — Les expériences de M. Regnault nous ont appris que l'urée, comme l'ammoniaque et les alcalis végétaux, forme, en s'unissant aux oxacides, des sels dans la composition desquels entre constamment 1 équivalent d'eau. Le lactate d'urée seul ferait exception à cette règle. MM. Cap et O. Henry considèrent ce sel comme formé de 1 équivalent d'urée et de 1 équivalent d'acide lactique anhydre, sans eau de combinaison. Ils n'en ont pas fait l'analyse directe, mais ils en ont déduit la composition des quantités de lactate de chaux et d'oxalate d'urée nécessaires pour produire exactement la double décomposition de ces deux sels. En répétant les calculs qui leur ont servi de base, on voit qu'ils sont erronés, et l'on ne peut, en conséquence, rien conclure de leurs expériences, quant à la composition du lactate d'urée. D'ailleurs, ces calculs fussent-ils exacts, leur méthode ne comporte pas assez de précision pour la solution d'une question aussi délicate que celle dont il s'agit.

» J'ai donc essayé de préparer du lactate d'urée pur, afin d'en faire l'analyse par la méthode ordinaire de combustion des matières organiques.

» De l'urée a été dissoute dans l'eau et mise en contact avec de l'acide lactique en léger excès. La liqueur, évaporée à la température ordinaire dans le vide, a laissé déposer des cristaux blancs qu'à mon grand étonnement j'ai bientôt reconnus pour de l'*urée pure :* ils en avaient la composition et toutes les propriétés.

» Encore bien que cette expérience me portât à douter fortement de l'existence du lactate d'urée, j'ai voulu essayer de le préparer par double décomposition. J'ai décomposé exactement du lactate de chaux par de l'oxalate d'urée. La liqueur, débarrassée de l'oxalate de chaux par le filtre, devait contenir le lactate d'urée. Elle était acide; je l'ai évaporée dans le vide : elle y est restée visqueuse, d'une acidité très-forte, comparable à celle de l'acide lactique lui-même. Il s'en est déposé de nombreuses aiguilles, qui n'étaient encore autre chose que de l'urée.

» Je dois conclure des deux expériences qui précèdent que le lactate d'urée n'existe pas, ou au moins qu'il ne se forme pas par les moyens que je viens d'indiquer, et que MM. Cap et Henry ont pris pour du lactate d'urée ce qui n'était autre chose que de l'urée pure ou simplement imprégnée d'acide

lactique. Il est évident que la double décomposition du lactate de chaux et de l'oxalate d'urée n'implique pas nécessairement la formation du lactate d'urée, et que l'acide et la base qui constitueraient ce sel, s'il existait, peuvent rester séparés dans des proportions atomiques. Ce qui arrive ici se remarque dans plusieurs autres cas, par exemple dans la décomposition d'un sel d'alumine par un carbonate soluble. L'acide carbonique se dégage, au lieu de s'unir à l'alumine.

» MM. Henry et Cap ont annoncé dans l'urine humaine l'existence du lactate d'urée en proportion considérable ; suivant eux, la plus grande partie de l'urée s'y trouverait sous cette forme. C'est là une erreur qu'il est d'autant plus important de rectifier qu'elle a été déjà adoptée, comme un fait bien constaté, par des chimistes et des physiologistes distingués. Il faut dire cependant que M. Lecanu, dans un Mémoire fort intéressant qu'il a publié sur l'urine, a combattu l'opinion de MM. Cap et Henry sur la présence de l'acide lactique et de l'urée à l'état salin dans cette sécrétion, et qu'il a démontré que ces deux substances y existaient l'une et l'autre à l'état de liberté.

» Suivant MM. Cap et Henry l'urine des ruminants contiendrait l'urée à l'état d'hippurate d'urée, tandis que les excréments des oiseaux et des reptiles la renfermeraient en combinaison avec l'acide urique.

» Ces deux assertions sont encore sans fondement. J'ai constaté que lorsqu'on dissout dans l'eau les acides hippurique et urique, et qu'on les mêle à l'urée dans les rapports d'équivalent à équivalent, ces deux acides se séparent les premiers, à l'état de pureté, de la dissolution aqueuse, tandis que l'urée se concentre dans l'eau-mère, où on la retrouve à l'état de liberté.

» Lorsqu'on porte à l'ébullition le mélange atomique d'acide hippurique et d'urée, une partie de cette dernière se décompose en carbonate d'ammoniaque, et cette circonstance est en quelque sorte une nouvelle confirmation de la non-production de l'hippurate d'urée.

» J'ajouterai que la double décomposition de l'hippurate de chaux et de l'oxalate d'urée ne fournit que des mélanges atomiques d'urée et d'acide hippurique.

» L'urée, comme on le voit, se comporte bien, vis à vis de certains acides, comme une base : c'est à leur égard un véritable alcali animal ; mais cette base est excessivement faible, et dès lors il n'est pas étonnant qu'avec une prédilection marquée pour quelques acides, elle ne manifeste aucune affinité pour d'autres, surtout quand ceux-ci sont eux-mêmes des

corps dans lesquels l'acidité est peu développée; et tel est précisément le cas des acides hippurique et urique.

» Ce que je viens de dire de l'urée s'applique aussi aux alcalis végétaux, qui sont, comme elle, des bases faibles. Il y aurait peut-être une révision à faire de quelques-uns de ces sels à bases d'alcaloïdes, et cela serait d'autant plus utile que ce sont quelquefois des médicaments assez fréquemment employés, comme, par exemple, l'*hydroferrocyanate de quinine*. En tout cas, j'ai constaté que cette dernière substance, dont j'ai examiné plusieurs échantillons pris dans des pharmacies de Paris, n'est pour ainsi dire autre que de la quinine, et qu'elle ne renferme qu'un peu de bleu de Prusse, provenant sans doute de la décomposition de l'acide hydroferrocyanique.

» Après avoir montré que les expériences de M. Regnault sur la nécessité de la présence de l'eau dans les oxysels d'urée sont exactes et ne souffrent aucune exception, il était important d'examiner si l'analogie de l'urée avec l'ammoniaque et les alcalis végétaux se soutiendrait dans ses rapports avec les hydracides, si cette substance formerait avec eux des sels anhydres sans l'intervention de l'eau.

» Cette analogie s'est en effet maintenue avec l'urée sèche et le gaz acide chlorhydrique. J'ai obtenu un sel formé d'équivalents égaux de ces deux substances, ayant par conséquent pour formule

$$C^2H^4Az^2O^2, HCl.$$

» Ici encore, comme avec certains oxacides, les hydracides faibles, l'acide sulfhydrique, par exemple, ne peuvent contracter aucune union avec l'urée.

» L'urée m'a présenté, dans son contact avec les sels qui contiennent de l'eau de cristallisation, une particularité sur laquelle je m'arrêterai un instant.

» Pulvérisée et mêlée à ces sels, elle en sépare immédiatement l'eau de cristallisation, et la masse, de solide qu'elle était, devient tout à coup molle ou même tout à fait liquide, quand le sel hydraté, comme le sulfate de soude par exemple, contient beaucoup d'eau de cristallisation. L'urée n'est pas cependant susceptible de se combiner avec l'eau; mise en contact avec l'air, elle n'en attire pas l'humidité d'une manière bien sensible. Il est dès lors curieux de la voir déplacer, pour s'y dissoudre, l'eau de cristallisation de certains sels, c'est-à-dire de l'eau engagée dans une combinaison.

» Beaucoup de sels anhydres enlèvent, il est vrai, de l'eau à des sels hydratés, mais c'est quand ils peuvent former de nouveaux hydrates, et tel n'est pas le cas de l'urée.

» J'ai étudié l'action de la chaleur sur le nitrate d'urée; vers 140° ce sel se décompose et laisse dégager une grande quantité de gaz formés d'acide carbonique et de protoxyde d'azote, dans le rapport sensiblement exact de 2 volumes du premier et de 1 volume du second.

» Le résidu se compose d'urée libre et de nitrate d'ammoniaque qu'on avait déjà signalé dans cette circonstance.

» Ce résidu est très-soluble dans l'eau et déliquescent. L'acide nitrique y fait naître un abondant précipité cristallin de nitrate d'urée. La dissolution laisse cristalliser successivement du nitrate d'ammoniaque et de l'urée libre.

» L'équation suivante rend compte de la première période de la décomposition du nitrate d'urée :

$$4(C^2 Az^2 H^4 O^2, AzO^5, HO) = 4CO^2 + 2AzO + 2(C^2 Az^2 H^4 O^2) + 3(H^3Az, AzO^5, HO).$$

» Une seconde période se présente bientôt.

» Le nitrate d'ammoniaque se change en eau et en une nouvelle quantité de protoxyde d'azote, tandis que l'urée donne à son tour de l'acide carbonique et de l'ammoniaque.

» J'ai fait l'observation que l'urée, en présence du nitrate d'ammoniaque, ne donne pas d'acide cyanurique ; tandis que ce dernier acide, s'il est seul, résiste à une température très-élevée, avant de passer à l'état d'acide cyanique; il se détruit avec facilité quand on le mêle avec du nitrate d'ammoniaque.

» J'ajouterai qu'il y a peu de comburants aussi énergiques que ce dernier sel.

» Il se forme, pendant la décomposition du nitrate d'urée, un nouvel acide dont je me bornerai, pour ainsi dire, à signaler la production, à cause de la quantité extrêmement petite sur laquelle j'ai dû opérer, car il ne s'en produit que des traces.

» Cet acide cristallise en petites lamelles brillantes, blanches ou d'un blanc grisâtre, d'une saveur peu prononcée, rougissant nettement le papier de tournesol, peu soluble dans l'eau froide, ce qui m'a permis d'en constater l'existence, et de le séparer de l'urée et du nitrate d'ammoniaque.

» La potasse en dégage de l'ammoniaque, mais seulement à chaud et avec une grande lenteur. Cet acide forme, dans l'acétate de plomb tri-

basique et dans le nitrate d'argent ammoniacal, un précipité blanc abondant. Soumis à la distillation sèche, il donne des produits acides, et disparaît sans laisser aucun résidu. Il m'a paru formé de la manière suivante :

$$C^2H^3Az^2O^4;$$

mais je dois dire que je suis loin de considérer cette formule comme définitive, et, si j'ai parlé de cet acide, c'est surtout pour appeler de nouvelles investigations sur la distillation sèche du nitrate d'urée.

» *Allantoïne.* — L'allantoïne, découverte par Vauquelin et Buniva dans les eaux de l'amnios de la vache, a été obtenue artificiellement par MM. Liebig et Wöhler, en faisant réagir le peroxyde de plomb sur l'acide urique. C'est à ces derniers chimistes qu'est due la connaissance de sa composition exacte et de ses principales propriétés.

» Elle a pour formule

$$C^4H^3Az^2O^3.$$

» Je l'ai soumise à quelques expériences dont je vais indiquer les résultats.

» Chauffée légèrement avec de l'acide nitrique, de 1,2 à 1,4 de densité, elle s'y dissout, et la liqueur, en se refroidissant, laisse déposer une quantité considérable de beaux cristaux de nitrate d'urée. J'ai reconnu ce sel à tous ses caractères, et lui ai trouvé la même composition que celle que lui a assignée M. Regnault, savoir,

$$C^2Az^2H^4O^2, AzO^5, HO.$$

» Avec l'acide hydrochlorique, même réaction ; formation facile d'hydrochlorate d'urée.

» Aucun gaz ne se dégage dans ces deux circonstances.

» La dissolution nitrique de l'allantoïne, évaporée et desséchée à 100°, puis reprise par un peu d'eau et d'ammoniaque, laisse précipiter par l'alcool une matière blanche, visqueuse, qu'on redissout dans l'eau et qu'on précipite une seconde fois par l'esprit-de-vin, pour la dépouiller complétement du nitrate d'ammoniaque et de l'urée, qui sont les deux seules substances qui l'altèrent.

» Cette matière est un nouvel acide azoté, ayant pour formule

$$C^{10}H^7Az^4O^9.$$

» C'est de l'acide urique, plus 3 équivalents d'eau.

» Il est blanc, légèrement acide, déliquescent, mais presque insoluble dans l'alcool. Il donne à la distillation un produit fortement prussique et un résidu volumineux de charbon.

» Versé dans l'acétate de plomb et le nitrate d'argent, il y forme des précipités blancs, volumineux, solubles dans un excès de ces sels, comme aussi dans un excès d'acide. Le précipité formé dans le nitrate d'argent ammoniacal est beaucoup plus considérable que dans le nitrate d'argent neutre.

» Ce nouvel acide prend naissance dans plusieurs circonstances autres que celles dont j'ai parlé.

» Il se forme toujours lorsqu'on décompose par l'oxyde puce l'acide urique et l'allantoïne. Le chlore, l'acide nitrique, et sans doute plusieurs autres corps oxydants, lui donnent également naissance dans leur contact avec l'acide urique. A cette occasion, j'ajouterai que lorsqu'on fait passer du chlore en excès dans une dissolution bouillante d'acide urique, on ne retrouve, pour ainsi dire, dans la liqueur, que du quadroxalate d'ammoniaque, lequel finit lui-même par se décomposer en produits gazeux.

» MM. Liebig et Wöhler, dans leur beau travail sur les produits de l'oxydation de l'acide urique, ont proposé une théorie destinée à lier et à coordonner un grand nombre de faits qu'ils ont observés. D'après cette théorie, l'urée se formerait en proportion définie en même temps que l'allantoïne et l'acide oxalique, par la décomposition de l'acide urique avec l'oxyde puce. Mais, d'une part, j'ai toujours observé dans cette réaction la formation du nouvel acide, et, de l'autre, il m'est plusieurs fois arrivé d'obtenir de l'allantoïne mêlée seulement de quantités très-petites d'urée; et comme d'ailleurs l'oxyde puce transforme, même à froid, l'allantoïne en cet acide nouveau et en urée, il est permis de croire que cette dernière substance est le résultat de la décomposition de l'allantoïne, qui se formerait sans urée dans la première phase de la décomposition de l'acide urique.

» Le nouvel acide, qu'on peut appeler, si l'on veut, *acide allanturique*, parce que, d'un côté, il dérive de l'allantoïne, et que, de l'autre, il y a une certaine analogie de composition avec l'acide urique, se forme seul avec de l'urée, par l'action des acides hydratés sur l'allantoïne.

» En effet, si l'on retranche de l'allantoïne :

$$\begin{array}{ll} C^{12}H^{9}Az^{6}O^{9} & = \text{allantoïne} \\ C^{2}\ H^{4}Az^{2}O^{2} & = \text{urée} \\ \hline C^{10}H^{5}Az^{4}O^{7} & \end{array}$$

1 équivalent d'urée et qu'on ajoute au reste 2 équivalents d'eau, on a 1 équivalent d'acide allanturique hydraté $= C^{10}H^5Az^4O^9$.

» L'eau, à une température élevée, agit d'une manière remarquable sur l'allantoïne. Elle la change en ammoniaque et en acides carbonique et allanturique. Je m'attendais à ne trouver dans la liqueur que de l'urée et de l'acide allanturique; mais j'ai bientôt deviné la cause de l'absence d'urée dans cette réaction, car elle-même, sans l'intervention des bases ni des acides, en présence de l'eau seule, se transforme un peu au-dessus de 100° en acide carbonique et en ammoniaque.

» J'ai opéré ces deux décompositions dans des tubes scellés par les deux bouts, que j'exposais pendant quelques instants dans un bain d'huile à une température comprise entre 110 et 140°.

» D'après ce qui précède, l'allantoïne paraît être une espèce particulière de sel, dans lequel l'urée préexisterait toute formée et dont elle se séparerait facilement, sous la condition de fournir à la matière à laquelle elle se trouve unie les éléments d'une certaine quantité d'eau. M. Liebig a fait remarquer que l'allantoïne est, quant à la composition, de l'urate d'urée avec l'équivalent d'eau ordinaire à ces sortes de sels :

Allantoïne.		Urée.	Ac. urique.	Eau.
$C^{12}H^9Az^6O^9$	$=$	$C^2H^4Az^2O^2$,	$C^{10}H^4Az^4O^6$,	HO.

Mais ses réactions ne permettent pas de la ranger parmi les urates. Toutefois, quelle que soit la constitution réelle de l'allantoïne, le rapprochement dont je viens de parler est loin d'être sans intérêt. »

Note de M. Biot *sur le Mémoire de* M. Pelouze.

« A propos de ce Mémoire, M. Biot prend la parole pour faire remarquer que la théorie des diverses combinaisons désignées sous le nom d'*émétiques* pourrait être avantageusement éclairée par une série d'expériences sur les propriétés optiques de ces corps; car, étant tous des tartrates plus ou moins complexes, l'acide tartrique qui en fait partie doit nécessairement leur communiquer des pouvoirs rotatoires, dont le sens et l'intensité dépendront de la nature des éléments qui composent la combinaison, ainsi que du mode spécial suivant lequel ils sont unis. Mais cette recherche, pour être utile, devrait être faite comparativement sur tous les émétiques solubles. En effet, une épreuve isolée serait de peu d'intérêt, puisque l'exi-

stence du pouvoir rotatoire dans les tartrates a déjà été depuis longtemps établie par des expériences nombreuses; et les modifications si singulières, comme si variées, qu'elles ont fait connaître dans la composition du pouvoir rotatoire résultant, doivent faire prévoir qu'on obtiendrait les résultats les plus curieux comme les plus utiles d'un travail général ainsi entrepris. »

ASTRONOMIE. — *Décomposition de la fonction perturbatrice en produits de facteurs dont chacun se rapporte à une seule planète; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Il est aisé de s'assurer que la fonction perturbatrice peut être, comme les divers termes de son développement, décomposée en produits de facteurs dont chacun soit relatif à une seule planète. Mais il importe d'opérer cette décomposition d'une manière qui rende facile le calcul des perturbations planétaires. En réfléchissant sur cet objet, je suis arrivé à reconnaître que, pour remplir la condition dont il s'agit, il suffit de recourir à l'artifice analytique qui m'a fourni le nouveau développement de la fonction perturbatrice. C'est ce que je vais essayer d'expliquer en peu de mots.

ANALYSE.

» Soient r, r' les distances de deux planètes au Soleil;
$\imath$ leur distance effective;
δ leur distance apparente;
p, p' les distances apparentes des deux planètes à leurs périhélies;
Π, Π' les distances apparentes de la ligne d'intersection des deux orbites à ces mêmes périhélies;
I l'inclinaison mutuelle des deux orbites.

» Il sera facile de décomposer la fonction perturbatrice relative à la planète m, en produits de facteurs dont chacun soit relatif à une seule planète, si l'on sait décomposer en produits de cette espèce le rapport $\frac{1}{\imath}$. Or on aura, d'une part,

$$\frac{1}{\imath} = (r^2 - 2rr' \cos \delta + r'^2)^{-\frac{1}{2}}; \tag{1}$$

d'autre part

$$(2)\quad \cos\delta = \cos(p-\Pi)\cos(p'-\Pi') + \cos I \sin(p-\Pi)\sin(p'-\Pi');$$

puis, en ayant égard à la formule

$$\cos I = 1 - 2\sin^2\frac{I}{2},$$

et posant, pour abréger,

$$\Phi = p' - p - \Pi' + \Pi,$$
$$\mathfrak{z} = \left(2\sin\frac{I}{2}\right)^2 \sin(p-\Pi)\sin(p'-\Pi'),$$

on tirera de l'équation (2),

$$(3)\qquad \cos\delta = \cos\Phi - \tfrac{1}{2}\mathfrak{z}.$$

Cela posé, on aura encore

$$(4)\qquad \frac{1}{v} = (r^2 - 2rr'\cos\Phi + r'^2 + rr'\mathfrak{z})^{-\frac{1}{2}},$$

par conséquent,

$$(5)\left\{\begin{aligned} \frac{1}{v} &= (r^2 - 2rr'\cos\Phi + r'^2)^{-\frac{1}{2}} - \tfrac{1}{2} rr'\mathfrak{z}\,(r^2 - 2rr'\cos\Phi + r'^2)^{-\frac{3}{2}} \\ &+ \frac{1.3}{2.4}(rr'\mathfrak{z})^2 (r^2 - 2rr'\cos\Phi + r'^2)^{-\frac{5}{2}} - \text{etc.}\end{aligned}\right.$$

» Soient maintenant a, a' les demi grands axes des planètes que l'on considère. Supposons d'ailleurs, pour fixer les idées,

$$a < a',$$

et prenons

$$\theta = \frac{a}{a'}.$$

En opérant, comme dans la séance du 8 août, on tirera de l'équation (1)

$$(6)\qquad \frac{1}{v} = \sum_{l=0}^{l=\infty}\Theta_{0,l}P_{0,l} + 2\sum_{l=0}^{l=\infty}\sum_{k=1}^{l=\infty}\Theta_{k,l}P_{k,l},$$

les valeurs de $\Theta_{k,l}$, $P_{k,l}$ étant données par les formules

$$\Theta_{k,l} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l-\frac{1}{2}} e^{(k+l)v\sqrt{-1}}\,dv,$$

$$P_{k,l} = \left[\frac{1}{2}\right]_l \frac{r^k}{r'^{k+1}}\left(\frac{r^2}{r'^2}-\frac{a^2}{a'^2}\right)^l \cos k\delta,$$

et la valeur de $[k]_l$ étant

$$[k]_l = \frac{k(k+1)\ldots(k+l-1)}{1.2\ldots l}.$$

Mais, si à l'équation (1) on substitue l'équation (5), alors, en opérant toujours de la même manière, on trouvera

$$(7)\qquad \begin{aligned} \frac{1}{v} = {} & \sum_{l=0}^{l=\infty}\left[\frac{1}{2}\right]_l \mathcal{A}_{0,l}\,Q_{0,l} + 2\sum_{l=0}^{l=\infty}\sum_{k=1}^{k=\infty}\left[\frac{1}{2}\right]_l \mathcal{A}_{k,l}\,Q_{k,l} \\ & - \frac{1}{2}\frac{r}{r'}\mathfrak{z}\left\{\sum_{l=0}^{l=\infty}\left[\frac{3}{2}\right]_l \mathcal{B}_{0,l}\,Q_{0,l} + 2\sum_{l=0}^{l=\infty}\sum_{k=1}^{k=\infty}\left[\frac{3}{2}\right]_l \mathcal{B}_{k,l}\,Q_{k,l}\right\} \\ & + \frac{1.3}{2.4}\left(\frac{r}{r'}\mathfrak{z}\right)^2\left\{\sum_{l=0}^{l=\infty}\left[\frac{5}{2}\right]_l \mathcal{C}_{0,l}\,Q_{0,l} + 2\sum_{l=0}^{l=\infty}\sum_{k=1}^{k=\infty}\left[\frac{5}{2}\right]_l \mathcal{C}_{k,l}\,Q_{k,l}\right\} \\ & - \text{etc.}, \end{aligned}$$

les valeurs de

$$\mathcal{A}_{k,l},\quad \mathcal{B}_{k,l},\quad \mathcal{C}_{k,l},\ldots,\ Q_{k,l}$$

étant déterminées par les formules

$$\mathcal{A}_{k,l} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l-\frac{1}{2}} e^{(k+l)v\sqrt{-1}}\,dv,$$

$$\mathcal{B}_{k,l} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{3}{2}}\left(1-\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l-\frac{3}{2}} e^{(k+l)v\sqrt{-1}}\,dv,$$

$$\mathcal{C}_{k,l} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{5}{2}}\left(1+\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l-\frac{5}{2}} e^{(k+l)v\sqrt{-1}}\,dv,$$

etc...,

$$Q_{k,l} = \frac{r^n}{r'^{k+1}}\left(\frac{r^2}{r'^2}-\frac{a^2}{a'^2}\right)^l \cos k\Phi,$$

en sorte qu'on aura identiquement

$$\mathcal{A}_{k,l} = \Theta_{k,l}.$$

Or, pour décomposer le second membre de l'équation (5) en produits de facteurs dont chacun soit relatif à une seule planète, il suffira évidemment de décomposer en produits de cette espèce chacune des expressions

$$\frac{r}{r'}\,\mathfrak{S},\quad \mathfrak{Q}_{k,l}.$$

On y parviendra immédiatement à l'aide des équations qui fournissent les valeurs de ces expressions. En effet, on trouvera en premier lieu

(8) $$\frac{r}{r'}\,\mathfrak{S} = \left(2\sin\frac{I}{2}\right)^2 (r\sin \mathrm{p})\,\frac{\sin \mathrm{p}'}{r'},$$

puis, en second lieu, en substituant à Φ sa valeur,

(9) $$\left\{\begin{aligned} \mathrm{Q}_{k,l} = {} & \tfrac{1}{2}\,\frac{a^{2l}r^k}{r'^{k+2l+1}}\left(\frac{r^2}{a^2}-\frac{r'^2}{a'^2}\right)^l e^{k(\mathrm{p}'-\Pi')\sqrt{-1}}\, e^{-k(\mathrm{p}-\Pi)\sqrt{-1}} \\ & + \tfrac{1}{2}\,\frac{a^{2l}r^k}{r'^{k+2l+1}}\left(\frac{r^2}{a^2}-\frac{r'^2}{a'^2}\right)^l e^{-k(\mathrm{p}'-\Pi')\sqrt{-1}}\, e^{k(\mathrm{p}-\Pi)\sqrt{-1}}, \end{aligned}\right.$$

et

(10) $$\left(\frac{r^2}{a^2}-\frac{r'^2}{a'^2}\right)^l = \sum (-1)^h (l)_h \left(1-\frac{r^2}{a^2}\right)^h \left(1-\frac{r'^2}{a'^2}\right)^{l-h}$$

la valeur de $(l)_h$ étant

$$(l)_h = \frac{l(l-1)\ldots(l-h+1)}{1.2\ldots h}.$$

En vertu des formules (7), (8), (9), (10), le rapport $\frac{1}{v}$ se décompose évidemment en produits dont les facteurs variables sont de l'une des formes

(11) $$\left\{\begin{aligned} & r^f\left(1-\frac{r^2}{a^2}\right)^h e^{\pm k\mathrm{p}\sqrt{-1}} \sin^g \mathrm{p}, \\ & \frac{\left(1-\frac{r'^2}{a'^2}\right)^{h'}}{r'^{f'}}\, e^{\mp k\mathrm{p}'\sqrt{-1}} \sin^g \mathrm{p}', \end{aligned}\right.$$

f, f', g, h, h', k désignant des nombres entiers. On arriverait à la même

conclusion en partant de la formule (6), et en y substituant, dans la fonction $P_{k,l}$, la valeur de $\cos k\delta$, développée à l'aide des principes établis dans la précédente séance, suivant les puissances ascendantes de ϖ.

» Il est bon d'observer qu'en substituant à l'équation (10) la suivante

$$(12) \qquad \left(\frac{r^2}{a^2} - \frac{r'^2}{a'^2}\right)^l = \sum (-1)^{l-h} (l)_h \left(\frac{r}{a}\right)^{2h} \left(\frac{r'}{a'}\right)^{2l-2h},$$

on aurait obtenu la décomposition de $\frac{1}{v}$ en produits proportionnels à des facteurs de la forme

$$(13) \qquad \begin{cases} r^f \, e^{\pm k\mathrm{p}\sqrt{-1}} \sin^g \mathrm{p}, \\ \frac{1}{r'^{f'}} e^{\mp k\mathrm{p}'\sqrt{-1}} \sin^g \mathrm{p}'. \end{cases}$$

Mais la formule (10) paraît devoir être préférée à la formule (12), par cette raison que les binômes

$$1 - \frac{r^2}{a^2}, \quad 1 - \frac{r'^2}{a'^2}$$

sont des quantités très-petites de l'ordre des excentricités.

» Remarquons encore que, dans les expressions (11) et (13), on peut transformer en sommes d'exponentielles les deux produits

$$e^{\pm k\mathrm{p}\sqrt{-1}} \sin^g \mathrm{p}, \quad e^{\mp k\mathrm{p}'\sqrt{-1}} \sin^g \mathrm{p}'.$$

Observons enfin que, pour des valeurs positives de l, les intégrales définies, ci-dessus désignées par

$$\mathcal{A}_{k,l}, \quad \mathcal{B}_{k,l}, \quad \mathcal{C}_{k,l}, \ldots$$

seront généralement peu considérables par rapport à celles que l'on obtiendrait si le facteur $1 - e^{-v\sqrt{-1}}$, renfermé sous le signe $\int$ dans ces intégrales, s'y trouvait élevé à la même puissance que le facteur $1 - \theta^2 e^{v\sqrt{-1}}$; c'est-à-dire qu'elles seront généralement peu considérables par rapport à celles qui servent à exprimer la plupart des transcendantes comprises dans le développement ordinaire de la fonction perturbatrice. D'ailleurs les valeurs de

$$\mathcal{A}_{k,l}, \quad \mathcal{B}_{k,l}, \quad \mathcal{C}_{k,l}, \ldots$$

pourront être immédiatement déduites des diverses valeurs de la transcendante représentée par $\Theta_{k,l}$ dans la formule (6). En effet, on aura d'abord

identiquement

$$(14)\qquad \mathcal{A}_{k,l} = \Theta_{k,l},$$

et de plus, comme, en intégrant par parties, on trouvera généralement

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-k-1}\left(1-\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l} e^{kv\sqrt{-1}}\,dv$$

$$=\frac{1}{2\pi h\sqrt{-1}}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-h} \mathrm{D}_v\left[\left(1-\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l} e^{(k+1)v\sqrt{-1}}\right] dv$$

$$=\frac{k-1}{2\pi h}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-k}\left(1-\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l} e^{(k+1)v\sqrt{-1}}\,dv$$

$$+\frac{\theta^2 l}{2\pi h}\int_0^{2\pi}\left(1-e^{-v\sqrt{-1}}\right)^{-h}\left(1-\theta^2 e^{v\sqrt{-1}}\right)^{-l-1} e^{(k+1)v\sqrt{-1}}\,dv,$$

on en conclura

$$(15)\qquad \begin{cases} \mathcal{B}_{k,l} = 2(k+l+1)\,\mathcal{A}_{k,l+1} + (2l+3)\theta^2\,\mathcal{A}_{k-1,\,l+2}, \\ \mathcal{C}_{k,l} = \frac{2}{3}(k+l+1)\,\mathcal{B}_{k,l+1} + \frac{1}{3}(2l+5)\theta^2\,\mathcal{B}_{k-1,\,l+2}, \\ \text{etc.}\ldots \end{cases}$$

» Dans d'autres articles je donnerai les formules qui servent à calculer facilement les diverses valeurs de la transcendante $\Theta_{k,l}$, ou à les déduire les unes des autres; et je développerai aussi les expressions (11) suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des dents des Musaraignes; par* M. **Duvernoy** (1).

« Afin de compléter les différentes parties de ce Mémoire, telles que son titre les énumère, je dois encore parler, 1° *du rapport des dents avec les mâchoires; 2° de leur développement; et 3° de leur succession.*

» J'aurai à faire connaître, principalement sous les deux derniers points de vue, des circonstances particulières, intéressant la physiologie des dents et des os, même à un haut degré, si je ne me fais illusion.

» Ce sera le sujet de cette troisième lecture, que j'abrégerai le plus que possible, pour ne pas abuser des moments de l'Académie.

» Aussi passerai-je le § XXIII, sur *les rapports des dents avec les mâ-*

---

(1) *Voir* les Nos 6 et 7 des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (pages 270 à 278, et 304 à 314 du t. XV).

choires, pour arriver immédiatement aux §§ XXIV et XXV sur le *développement des dents*.

» Le premier de ces paragraphes traite *du développement des dents en général;* il est uniquement historique.

» J'y rappelle l'ouvrage de M. *Serres* (1817) sur les dents de l'homme; celui de M. le Dr *Rousseau* sur celles de l'homme et des Mammifères (1827); une dissertation de M. *Raschkow* sur le développement des dents dans l'espèce humaine (1835); et j'y montre quelle liaison historique on pourrait entrevoir entre la théorie de M. Owen, sur l'accroissement des dents par intussusception, et ce que G. Cuvier avait dit des dents de l'*Anarrhique-Loup* et des dents composées en forme de pavé des *Raies*, que M. *J. Müller* avait montrées (1837) faire exception à la règle de l'accroissement par transsudation de couches s'emboîtant les unes dans les autres.

» Je cherche à donner une idée d'un ouvrage sur le même sujet publié en 1839, par M. *Nasmyth*, et d'un Mémoire manuscrit, accompagné de vingt-cinq préparations que M. Serres a bien voulu me permettre d'examiner avec lui (le 18 août dernier), et qui feront probablement, s'il y a lieu, le sujet d'un Rapport prochain à l'Académie.

» Enfin je termine cette analyse historique sur le développement et l'*accroissement des dents*, par un très-court exposé de la théorie admise par M. *Flourens* à la suite des *recherches sur l'action de la garance sur les dents*, communiquées à l'Académie le 16 mai 1840.

» Je montre que la proposition suivante de M. Flourens, *que ce n'est pas le bulbe qui s'ossifie, mais le cartilage sécrété par le bulbe, qui se forme autour du bulbe* (1), se rapproche beaucoup de ce que j'ai admis, lors de ma première lecture, sur la double fonction du bulbe (2).

» Le § XXV traite *du développement des premières dents chez les Musaraignes*.

» Je crois avoir découvert, à ce sujet, plusieurs circonstances qui me paraissent devoir contribuer à avancer la science de l'organisation : une partie se trouve déjà énoncée dans mon premier travail. Elles concernent l'évolution des dents, qui comprend l'indication des différences entre le lieu où elles se développent et celui où elles se fixent pour armer les mâchoires.

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. X, p. 434, note 3.
(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XX, p. 276.

» Les Musaraignes ne m'avaient montré aucune différence sensible à cet égard, aucun déplacement remarquable dans la dent qui se forme et dans celle qui est formée et fixée définitivement.

» J'ai en effet constaté sur des jeunes de ces animaux, de plusieurs espèces et de plusieurs âges, dont les plus petits n'étaient pas encore couverts de poils, que le développement, l'accroissement et le durcissement des dents se font à la place qu'elles doivent occuper toute la vie, c'est-à-dire sur le bord des mâchoires.

» Je renvoie, pour les détails de ces premières observations très-circonstanciées, aux pages 26 à 29 de mes *Fragments*.

» La membrane extérieure de la capsule dentaire, ayant beaucoup de ressemblance apparente avec le périoste des mâchoires, m'avait paru une continuation de ce périoste; c'est à tort que je les avais confondus : telle est du moins mon opinion actuelle.

» J'avais aussi méconnu le développement simultané de la couronne et des racines.

» On sait que ce développement est successif dans beaucoup de Mammifères, et que celui de la couronne ou du fût de la dent, entre autres chez les *Ruminants* et le *cheval*, précède de beaucoup celui des racines.

» Dans mes nouvelles observations, j'ai constaté le développement simultané, sinon le durcissement, de toutes les parties d'une même dent, chez les Musaraignes.

» Je reviendrai sur le développement simultané de toutes les dents d'une même mâchoire, en parlant de la dentition qui succède à la première; mais je dois faire remarquer, dès ce moment, que c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer le durcissement de la dent à la place qu'elle doit conserver. En effet, le développement de la racine qui succède à celui de la couronne, dans le cas où la dent fait éruption au dehors, n'ayant pas lieu chez les Musaraignes, les dents y devaient prendre tout d'abord leur place définitive.

» Le § XXVI traite de la *succession des dents chez les Musaraignes*.

» J'avais constaté dans mes premières observations que les jeunes Musaraignes ont, de très-bonne heure, toutes les dents des adultes; que ces dents se développent et durcissent pour ainsi dire à la surface des mâchoires, dans des capsules extérieures; qu'elles semblent plus adhérentes et comme soudées à ces os, chez les Musaraignes qui ont leur taille, que chez les autres mammifères; que ces premières dents ont la forme et le volume qu'elles montrent à toutes les époques de la vie.

» Toutes ces circonstances m'avaient fait présumer que ces animaux n'ont pas de dents de lait, ni conséquemment de dents de remplacement.

» J'avais raison et tort tout à la fois.

» Les Musaraignes n'ont pas de dents de lait, ni conséquemment de dents de remplacement proprement dites, en ce sens qu'il n'y a aucune différence, ni pour le nombre, ni pour la forme des dents, entre la première dentition et les dentitions qui peuvent lui succéder.

» Mais j'ai constaté, dès l'année dernière, et je puis l'affirmer, en ce moment, par plusieurs exemples très-remarquables, qu'elles ont au moins une seconde dentition.

» Et ce qu'il y a de bien singulier, de tout à fait particulier à ces animaux, du moins jusqu'à présent, toutes les dents se renouvellent à la fois.

» On se rappellera que les substances dont elles se composent sont tellement minces, que le noyau pulpeux qui occupe leur axe s'aperçoit parfaitement à travers les parois de la cavité qui le renferme, lesquels constituent toute l'épaisseur de ces dents.

» Aussi leurs pointes s'émoussent-elles très-promptement, de telle sorte que je suis parvenu à conclure avec certitude, lorsque j'aperçois des pointes intactes, longues, acérées, que des dents aussi évidemment entières sont de formation récente.

» Cette circonstance, de la facilité avec laquelle leurs pointes s'émoussent et s'usent, coïncide d'une manière frappante avec leur mode de renouvellement.

» Le cément ancien qui maintenait les dents auxquelles il appartient disparaît avec elles, détaché sans doute par le développement, au fond de la rainure alvéolaire, de la série des dents nouvelles et de leur cément.

» J'ai plusieurs exemples de Musaraignes adultes prises aux mois de juillet de l'année dernière et de cette année, dans lesquelles le durcissement des nouvelles dents est bien près d'être terminé, ainsi que celui du nouveau cément.

» J'ai décrit assez longuement, dans les paragraphes concernant le cément alvéolaire, les changements successifs qu'éprouve cette substance, depuis son état bulbeux jusqu'à celui d'os. Ces changements doivent être si rapides, que je ne puis les comparer qu'à celui du bois de cerf.

» Cette comparaison me paraît d'autant plus juste que le cément alvéolaire, dans son état de développement, est entouré et pénétré de vaisseaux sanguins considérables.

» Les dents des Musaraignes se renouvellent lorsque les anciennes sont

tombées, comme elles se développent pour la première fois, je veux dire à la place précise qu'elles doivent occuper durant leur activité. Elles y sont recouvertes de leur capsule, en dedans de laquelle on aperçoit à travers ses parois transparentes la membrane émaillante, surtout quand celle-ci est rouge, et doit teindre de la même couleur des portions plus ou moins étendues de ces dents.

» C'est dans les détails de ce renouvellement total des dents de Musaraignes à l'âge adulte, que j'ai pu étudier les rapports véritables des dents avec les mâchoires.

» Cette rainure, cette dépression dans laquelle les dents sont reçues avec leur cément et se renouvellent, est au-dessus du canal dentaire, pour celles de la mâchoire inférieure.

» La position de ce canal, sur lequel M. Serres a déjà fixé depuis longtemps l'attention des physiologistes, en annonçant qu'il en avait découvert, chez l'homme, un second renfermant les vaisseaux nécessaires à la deuxième dentition, au delà du premier qui protége les vaisseaux qui appartiennent aux premières dents; la position de ce canal, dis-je, est la limite des phénomènes de la dentition.

» Ces phénomènes se passent d'ailleurs, ainsi que je l'ai déjà exprimé, en dehors du périoste, qui se trouve déprimé avec la mâchoire, et se continue dans la rainure alvéolaire.

» Les dents des Musaraignes ne se renouvellent-elles qu'une fois? ou cette sorte de mue de tout leur système dentaire aurait-elle lieu, comme je le soupçonne, plusieurs fois dans la vie?

» Des observations ultérieures, très-difficiles à faire, pourront répondre à ces questions.

» Quelle est la durée de ce renouvellement? Autre question importante à résoudre.

» Les Musaraignes jeûnent-elles durant ce temps? Il n'est guère probable qu'elles puissent saisir une proie considérable avec des dents couvertes de leur capsule membraneuse, et mal affermies sur un cément alvéolaire encore mou. Il en résulterait des lésions qui nuiraient à l'achèvement de cette mue dentaire.

» J'ai voulu voir jusqu'à quel point je trouverais des traces de cette crise dans le reste de leur organisme. Tous les os du crâne m'ont paru ramollis ou moins solides que dans l'état ordinaire de santé, et se disloquant facilement. L'estomac et le canal intestinal étaient absolument vides d'aliments ou de résidus alimentaires. Le foie était mou, et en apparence très-huileux.

» Sans doute il y aura beaucoup à ajouter à ces premières observations sur ce phénomène à la fois si particulier et si singulier du renouvellement des dents.

» Après l'avoir étudié longtemps, et après avoir médité sur les circonstances qui l'accompagnent; après avoir réfléchi sur les causes d'erreur qui auraient pu me faire illusion, j'ai été enfin convaincu de sa réalité.

» Dès lors j'ai dû chercher à lier cette dentition si remarquable aux principales connaissances que la science possède en ce moment sur l'anatomie et la physiologie des dents en général, de celles des Mammifères en particulier. Tel a été le but des communications que l'Académie a bien voulu entendre.

» Mes observations anciennes et nouvelles sur la première dentition et sur des dentitions subséquentes m'ont d'ailleurs conduit, si je ne me trompe, aux résultats suivants sur le *développement* et la *succession* des dents des Musaraignes.

» 1°. Le développement des dents a lieu dans une rainure superficielle ou profonde des mâchoires, et à la place précise qu'elles doivent occuper pendant leur usage.

» 2°. La capsule qui en est pour ainsi dire l'agent, ou du moins dans laquelle ce travail organisateur se passe, est extérieure, et fait saillie dans la cavité buccale pour toute la partie de cette capsule qui répond à la couronne de la dent.

» 3°. Le germe de ces dents comprend non-seulement la couronne, mais encore les racines.

» 4°. Celles-ci sont déjà enveloppées du cément alvéolaire à l'état pulpeux, dans cette capsule dentaire très-compliquée.

» 5°. Je dis capsule dentaire très-compliquée, parce qu'une de ces capsules renferme à la fois plusieurs dents et leur cément (toutes les dents molaires d'un côté), et qu'en cela elle est comparable à la capsule d'une dent composée, d'une molaire d'*éléphant* ou de *cabiai.*

» 6°. Quoique toutes les parties d'une même dent m'aient paru développées à la fois, et atteindre ensemble le volume qu'elles doivent avoir, la couronne est celle de ces parties qui durcit la première et la racine la dernière.

» 7°. Celle-ci durcit par lames ou couches insensibles de l'extérieur à l'intérieur, dans toute sa longueur, et non par cônes qui s'emboîteraient les uns dans les autres et qui s'allongeraient successivement du collet de la dent vers l'extrémité de sa racine.

» 8°. Le durcissement de la dent de l'extérieur à l'intérieur, comparativement à celui de l'os, qui a lieu de l'intérieur à l'extérieur, s'explique par la position relative différente de l'organe producteur de l'un et de l'autre.

» Dans l'os, la position extérieure du périoste nécessitait ce durcissement, à commencer du point le plus éloigné de cet organe d'ossification, afin de conserver au périoste toute sa puissance d'action nutritive sur la partie non encore ossifiée, laquelle puissance aurait été entravée, si l'ossification eût commencé par les parties les plus rapprochées de cette membrane.

» C'est, au contraire, dans l'axe de la dent, et non à la surface de la substance dentaire principale, que siége l'organe producteur de cette substance principale. C'était donc par le côté opposé, c'est-à-dire par sa surface extérieure, que devait commencer son encombrement de sels calcaires, et par suite son durcissement, afin de conserver la perméabilité nécessaire aux canaux qui devaient porter ces sels calcaires dans les parties toujours les plus éloignées du centre d'action nutritive.

» 9°. La circonstance bien constatée par nous, dans la seconde dentition, que les racines atteignent, avant de durcir, le plus haut degré de leur accroissement, et qu'elles ne durcissent que postérieurement, de la manière que nous venons d'indiquer, est une manifestation évidente de la transformation d'une partie du bulbe, formant le canevas encore mou de la substance principale en cette substance durcie; l'idée de sa simple transformation à la surface du bulbe ne s'accorderait pas aussi bien avec cette circonstance.

» Comment supposer, en effet, que la surface organisée du bulbe, en se resserrant, en se contractant successivement à mesure qu'elle s'envelopperait de nouvelles couches calcaires, ne fermerait pas les pores de cette surface ainsi resserrée?

» Les tubes de la substance principale nous ont présenté dans plusieurs cas, dans leur diamètre relatif, leurs divisions, leurs anastomoses, les réseaux que forment leurs dernières ramifications, suivant qu'on les observe près de leur origine, autour des parois de la cavité du noyau pulpeux, dans leur trajet à travers la gangue homogène qui constitue avec ces tubes toute la substance principale, jusqu'à la dernière cavité de cette substance, des différences considérables.

» Ces différences sont encore un puissant motif pour ne pas admettre que la substance tubulée ou principale puisse être transsudée par couches successives qui se formeraient à la surface du bulbe. Il en résulterait

nécessairement une uniformité dans les dimensions et la disposition des tubes de toute l'épaisseur de cette substance, qui n'existe pas en réalité. Enfin, à mesure que le bulbe se rétrécit et que sa surface diminue d'étendue, celle-ci devrait produire des tubes d'un moindre diamètre, si elle en était le moule, si elle les formait à sa surface. C'est le contraire que l'on observe: les troncs de ces tubes ou de ces canaux sont toujours sensiblement plus gros à leur naissance, autour des parois du noyau pulpeux, et avant de s'être divisés.

» 11°. Le cément alvéolaire, destiné à souder les dents entre elles et aux mâchoires, croît et durcit simultanément avec leurs racines.

» 12°. Tous ces phénomènes se passent en dehors du périoste propre de la mâchoire, qui m'a paru bien évidemment exister dans la rainure ou dépression des os intermaxillaires, maxillaires et mandibulaires, dans laquelle les dents sont placées.

» 13°. Les dents des Musaraignes se renouvellent à la fois, comme par une sorte de mue partielle (1).

» 14°. Ce renouvellement paraît avoir lieu au mois de juillet, dans nos climats.

» 15°. Il doit se faire en peu de temps, l'animal étant probablement dans l'impossibilité de saisir une proie et de la dévorer, ou devant du moins éprouver à cet effet de grandes difficultés.

» Ce n'est encore qu'avec doute que j'énonce ces deux dernières propositions, qui devront être constatées ou qui pourront être infirmées par des observations ultérieures que mon travail ne peut manquer de provoquer.

» Ce travail montre combien était sage la réserve dans laquelle *F. Cuvier* avait cru devoir se tenir, en terminant, dans son *Discours préliminaire sur la formation et le développement des dents*, qui date de 1825, les paragraphes concernant la capsule dentaire et les substances dont les dents des Mammifères sont formées.

« On n'a guère étudié, dit-il, que les dents de l'homme, celles de quel-
» ques Carnassiers, de quelques Rongeurs et de quelques Ruminants,
» celles des chevaux et de l'éléphant des Indes.

---

(1) Cette sorte de mue des dents semblerait confirmer, entre autres, une vue de M. de Blainville, dans laquelle les dents sont comparées aux poils ou aux autres productions des téguments. (*Bulletin de la Société Philomatique* pour 1815, p. 193; et *de l'Organisation des animaux*, t. I, p. 38. Paris, 1822.)

» Il est donc à présumer qu'une étude particulière des autres dents » portera à étendre ou à restreindre quelques-unes des propositions que » je viens d'établir (1). »

» J'ai eu l'occasion de faire cette étude particulière de quelques autres dents et de montrer que, dans les sciences d'observation, plus celles-ci sont multipliées, plus ces sciences acquièrent de solidité, soit par la confirmation des vérités déjà reconnues, soit par le redressement des erreurs ou l'établissement de vérités nouvelles, soit en donnant aux propositions de la science des limites ou une extension qu'elles n'avaient pas encore.

» J'espère que les singularités apparentes concernant la dentition des Musaraignes, que comprend ce Mémoire, fixeront l'attention des physiologistes, et qu'ils les rattacheront facilement, ainsi que j'ai tenté de le faire, aux phénomènes de la dentition des *mammifères* et même à ceux de la dentition des vertébrés.

» Ces singularités apparentes serviront, si je ne me trompe, à lier ces phénomènes dans les différentes classes, et à montrer, entre autres, moins de différences et même une sorte de transition dans le développement et la succession des dents des *Mammifères*, des *Reptiles* et des *Poissons.* »

M. **Duvernoy**, en terminant la lecture de cette troisième partie de son travail, exprime le désir que l'ensemble de ses recherches soit soumis à l'examen d'une Commission.

MM. Duméril, Serres et Flourens sont invités à faire un Rapport sur les trois Mémoires successivement communiqués par M. Duvernoy.

M. **Payen** fait hommage à l'Académie de deux Mémoires commençant la série de ses recherches sur la composition chimique et les développements des végétaux.

« Le premier Mémoire, dit M. Payen, contient les faits nombreux qui ont établi la loi générale suivante de la composition des *jeunes organes des plantes :*

» *Tous les organes à l'état rudimentaire renferment une grande proportion de substance organique azotée dans leurs cellules, mais ces substances ne font pas partie constituante de la trame elle-même des cellules végétales.*

---

(1) *Des Dents des Mammifères,* p. 30. Paris, 1825.

» Depuis la présentation de ce travail, qui date de 1835, mes conclusions ont été pleinement confirmées ; elles ont trouvé place dans de grandes discussions sur la nutrition comparée des végétaux et des animaux. L'Académie aura plus d'une occasion, je l'espère, d'apprécier l'utilité de ces données dans l'étude de la physiologie végétale.

» Le second Mémoire se compose de mes recherches sur l'*amidon, la dextrine, l'inuline et la diastase,* considérés sous les rapports anatomiques, chimiques et physiologiques, et de leurs applications.

» Des figures dessinées au microscope sont réunies dans 8 planches ; elles montrent les formes, dimensions, structure interne et transformations des fécules amylacées dans diverses plantes.

» La suite de ces recherches, relative à la cellulose, aux différents bois et aux sécrétions minérales, forme trois autres Mémoires dont les figures sont gravées.

» J'espère avoir, assez prochainement, l'honneur de présenter à l'Académie ce complément des travaux qu'elle a favorablement accueillis. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur la lenteur de la vaporisation dans les vases incandescents ; par* M. **Person**, de Rouen. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Pouillet, Regnault, Despretz.)

« On sait que l'eau projetée sur une surface très-chaude se rassemble en gouttes arrondies qui ne s'évaporent qu'avec une lenteur singulière, même quand la surface est incandescente; il semble même résulter des expériences de Klaproth que l'évaporation est d'autant plus lente que la surface est plus chaude.

» On n'est pas d'accord sur la disposition du liquide : suivant Rumford, Klaproth, M. Laurent, il touche la surface en un point comme le fait une goutte d'eau sur du noir de fumée, ou une goutte de mercure sur du verre. Suivant l'opinion commune, le liquide est séparé de la surface, mais aucune expérience positive ne prouvait cette séparation ; j'ai imaginé une disposition qui permet de voir le jour entre la surface et le liquide : l'intervalle est une fraction très-appréciable de millimètre ; on reconnaît qu'il augmente ou diminue suivant que la température de la surface est plus haute ou plus basse.

» Quelle est la force qui soutient ainsi le liquide? Ce ne peut pas être la force répulsive de la chaleur, comme quelques physiciens l'admettent, car les forces moléculaires n'agissent qu'à des distances insensibles. On croit généralement que c'est la force de la vapeur; ce qui confirme cette opinion, c'est que le phénomène a lieu à des températures d'autant plus basses que les liquides sont plus volatils. Mais il y a encore une autre force en jeu dans certains cas. Par exemple, le phénomène a lieu avec de l'eau à 84° sur une surface qui elle-même n'est pas à 100. Il est clair que, dans ce cas, la force de la vapeur est bien incapable de supporter le liquide; celui-ci est alors supporté par un mélange d'air et de vapeur; les phénomènes qui se passent dans le vide confirment cette explication déjà évidente. Dès que le liquide est isolé de la surface, sa disposition en gouttes arrondies est une conséquence toute simple de son attraction pour lui-même.

» La température du liquide varie avec celle de la surface; un petit morceau d'alliage fusible à 95° étant plongé dans la goutte d'eau, on est libre de le fondre ou de ne pas le fondre, suivant qu'on chauffe plus ou moins la capsule. Avec de très-petits thermomètres j'ai trouvé 84° pour la limite inférieure; la limite supérieure est au-dessus de 100°. Sur une capsule presque entièrement couverte l'eau arrive à 100° quand la surface est à 360° à peu près.

» La relation entre la température de l'eau et celle supposée à peu près couverte de liquide est

$$\tau = t + [0.0225\,(t + 75)]^4.$$

» Quand il n'y a qu'une très-petite quantité d'eau, sa température peut se conclure du temps de l'évaporation; on a

$$t = 469,6\sqrt[6]{\frac{\mathrm{R}}{\tau}} - 75;$$

R est le rayon de la goutte en centimètres, τ le temps de l'évaporation en secondes; lorsqu'on a $\tau < 377\mathrm{R}$, la température est de 100° au moins.

» Lorsque l'eau est au-dessous de 100°, on conçoit que si la surface est très-chaude, la vapeur sous le liquide peut prendre une force de 1 atmosphère. Ainsi, quand l'eau est à 95°,5, la surface est à 320° à peu près; cela suffirait pour donner à la vapeur une force de 1 $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, si elle ne pouvait pas se dilater; d'où il suit que, sous le liquide, elle peut

bien prendre une force de 1 atmosphère; mais, quand l'eau est à 90°, la surface est à peu près à la température où devrait être portée la vapeur pour prendre une force de 1 atmosphère, en la supposant enfermée: comme elle ne l'est pas exactement sous le liquide, il s'ensuit qu'à cette température l'intervention de l'air est absolument nécessaire.

» On croit généralement que, dans les expériences qui nous occupent, l'eau ne peut pas bouillir; mais c'est une erreur. J'ai obtenu l'ébullition dans de petits creusets sur la lampe à alcool, dans de grands creusets à la forge, et cette ébullition ne peut pas se confondre avec celle qu'on a par contact. Indépendamment de l'aspect bien différent du liquide, le temps de la vaporisation n'est pas le même; pour 4 grammes, par exemple, on trouve 75 secondes sans contact, 15 secondes avec contact. Pour produire l'ébullition, il faut une température d'autant plus haute que les gouttes sont plus petites; on en voit une raison dans l'attraction du liquide pour lui-même; car de la convexité de la surface il résulte une pression d'autant plus grande que le rayon de courbure est plus petit.

» Pour expliquer la lenteur de l'évaporation, Rumford supposait qu'une grande partie de la chaleur incidente était réfléchie; mais, d'après les expériences de M. Melloni, la réflexion n'arrête qu'environ les 0,04 de la chaleur incidente. Suivant M. Pouillet, il pourrait bien se faire qu'une partie de la chaleur incidente traversât le liquide sans l'échauffer. M. Pouillet, du reste, ne présente cette opinion que sous forme de doute, ajoutant que le sujet demandait de nouvelles recherches. M. Péclet la présente comme certaine; il part même de là pour expliquer les expériences de Klaproth, où l'on voit, dans un vase qui se refroidit, les dernières gouttes durer moins que les premières: mais il résulte des expériences de M. Melloni, qu'une goutte d'eau de 2 millimètres transmet à peine les 0,06 de la chaleur rayonnée par un métal incandescent; pour des gouttes plus volumineuses, la transmission est à peu près nulle. Ainsi, quand on en vient aux mesures, l'explication tirée de la transmission de la chaleur est tout à fait insuffisante. Quant aux expériences de Klaproth, nous dirons seulement ici que toutes les gouttes, excepté la première peut-être, finissaient en touchant le métal; la portion du vase refroidie pouvait se réchauffer assez pour que la goutte suivante ne touchât pas immédiatement; mais le contact s'établissait naturellement plus vite pour les dernières gouttes que pour les premières. Lorsqu'il n'y a pas contact, les gouttes durent toujours d'autant plus longtemps que la surface est moins chaude.

» Nous ferons observer ici que la vaporisation, dans le phénomène qui

nous occupe, n'est pas aussi lente qu'on le croit généralement; on peut même dire qu'il n'y a pas de chaudière à vapeur où elle soit aussi rapide. Si on imagine un petit creuset cubique de 1 centimètre de côté et constamment plein, on vaporisera environ 1 gramme d'eau par minute, en supposant que la vaporisation s'y fasse comme dans la meilleure chaudière. Dans le même vase on vaporisera facilement sans contact une quantité double, si l'on parvient à entretenir les parois à 1000°, par exemple.

» Les physiciens qui se sont occupés de la vaporisation des liquides sur les surfaces qu'ils ne mouillent pas n'ont parlé que de la chaleur rayonnante. Mais les fluides élastiques donnent quatre-vingts fois plus de chaleur que le rayonnement vers 200° : l'avantage subsiste au delà du rouge; c'est vers 900° seulement que l'égalité s'établit. Voici deux expériences qui prouvent le rôle secondaire que joue la chaleur rayonnante:

» 1°. Sur une capsule d'argent brillante ou couverte de noir de fumée, à la même température de 3 ou 400°, l'évaporation se fait sensiblement dans le même temps, quoique la chaleur rayonnante soit cinq ou six fois plus grande dans un cas que dans l'autre.

» 2°. Dans un creuset profond ou sur une capsule presque plane, portés à la même température rouge, que je suppose ne pas dépasser 7 à 800°, l'évaporation se fait presque dans le même temps; cependant la chaleur rayonnante donnée par le creuset est à peu près double.

» On peut, sans faire aucune expérience nouvelle, avoir la mesure de la chaleur que le liquide reçoit par rayonnement dans un creuset fermé, entretenu à une température fixe. Puisque le liquide ne touche pas les parois du centre dans le cas d'un corps isolé dans une enceinte, les lois découvertes par Petit et Dulong sont donc applicables.

» La chaleur reçue est précisément celle que peut donner une surface égale à celle du liquide; elle ne dépend pas des dimensions du creuset. En supposant la goutte sphérique et toute la chaleur employée à la vaporisation, une intégration très-simple donne

$$\tau = \frac{6kr}{c};$$

τ est le temps de l'évaporation en secondes;

k est la chaleur de vaporisation de 1 gramme du liquide : 543 unités pour l'eau, d'après Dulong, 208 pour l'alcool, 91 pour l'éther, d'après M. Despretz;

r est le rayon de la goutte en millimètres;

c la chaleur donnée par 1 centimètre carré par minute dans les circon-

stances où l'on se trouve. Les expériences de Dulong et Petit, sur un thermomètre à surface argentée contenant 1500 grammes de mercure, donnent $c = 0{,}1785\, a^t(a^\theta - 1)$; t est ici la température du liquide, et $t + \theta$ celle de l'enceinte.

» Quand on opère dans des creusets maintenus à une température fixe et avec des quantités de liquide assez petites pour ne pas altérer cette température, on trouve, comme la formule l'indique, que le temps de l'évaporation est proportionnel au rayon de la goutte ou à la racine cubique du poids du liquide; il est aussi proportionnel à la chaleur de vaporisation des différents liquides. Ainsi, donnée par la même pipette, une goutte d'alcool dure les $\frac{2}{5}$ de ce que dure l'eau; pour l'éther, c'est environ la moitié de ce que dure l'alcool. Mais si l'on vient à une vérification absolue, c'est-à-dire si l'on mesure le temps de l'évaporation d'un poids donné dans un creuset entretenu à une température connue, on trouve que le temps donné par l'expérience est toujours plus court que celui donné par la formule. La différence est énorme dans les basses températures; à 800°, elle va encore du simple au double, de sorte que la difficulté maintenant n'est pas d'expliquer la lenteur, mais la rapidité de l'évaporation. On n'arrive à aucun bon résultat en modifiant le coefficient 0,1785, qui mesure ici le pouvoir rayonnant, et l'on est amené à reconnaître que le liquide reçoit de la chaleur autre que la chaleur rayonnante.

» On ne voit pas tout de suite comment les fluides élastiques peuvent donner ici de la chaleur, car l'air ou la vapeur échauffée par les parois ne peuvent guère revenir toucher le liquide. Mais il n'est pas nécessaire qu'un fluide élastique aille toucher une surface pour lui donner de la chaleur. Quand on met une lampe à alcool sous une capsule froide, on voit sous toute la capsule un intervalle obscur de 3 ou 4 millimètres; la chaleur qui portait les molécules à l'incandescence arrive donc à la capsule autrement que par le contact. L'intervalle obscur diminue à mesure que la température de la surface s'élève.

» Soit c' la chaleur que les fluides élastiques donnent moyennement en une minute à 1 centimètre carré dans la circonstance de l'expérience; si l'on pose

$$\tau = \frac{6kr}{c + c'},$$

on pourra déterminer c'. Prenant cette mesure dans un certain nombre de cas, j'ai reconnu que c' était de la forme $n\theta^b$; n est une constante égale à

0,507 ; b est aussi une constante égale à 0,92 ; θ est la différence entre la tem pérature de la surface et celle du liquide.

» n et b ont été déterminés avec une goutte d'eau de 12 milligrammes; mais ces quantités sont sensiblement constantes pour d'autres quantités et d'autres liquides, puisque l'expérience a donné précédemment

$$\tau : \tau' :: r : r' \quad \text{et} \quad \tau : \tau' :: k : k'.$$

» La formule complète est

$$\tau = \frac{kr}{0{,}0297a'\left(a^{\theta} - 1\right) + 0{,}084\theta^{0{,}92}}.$$

» Par exemple, étant donnée une goutte d'eau de 12 milligrammes, la formule indique qu'elle doit mettre à l'évaporation 97", 70", 32"; 16", suivant que le creuset est à 200, 300, 500, 800°, et c'est en effet le résultat qu'on trouve avec une approximation telle, que l'idée vient naturellement d'employer ce procédé pour la mesure des hautes températures. Et puisque la formule se vérifie pour les liquides autres que l'eau, on pourrait aussi mesurer facilement par ce procédé la chaleur de vaporisation de beaucoup de liquides nouvellement découverts, dont on ne possède souvent que des quantités très-petites.

» C'est par la méthode des mélanges qu'on a mesuré la température des vases où se faisait l'évaporation. Il est à noter que la perte de chaleur due à la vaporisation au moment de l'immersion est très-faible, surtout dans les hautes températures, parce que le vase arrive au milieu du liquide sans l'avoir touché.

» Les températures ont été rapportées au thermomètre à air, au moyen d'une table qui donne la chaleur spécifique de l'argent jusqu'à son point de fusion.

» Il est peut-être bon d'observer qu'on donne, dans plusieurs Traités de Physique, une méthode dans laquelle on se propose d'éliminer la chaleur spécifique inconnue, et qui est inexacte. On peut démontrer généralement que cette méthode fournit précisément les mêmes résultats que si l'on supposait la chaleur spécifique constante. »

CHIMIE. — *Recherches sur la classification chimique des substances organiques; par* M. CHARLES GERHARDT.

« Ce travail est divisé en deux parties.

» Dans la partie théorique, je développe d'une manière générale les principes sur lesquels doit se fonder, suivant moi, la classification chimique des substances organiques.

» J'y démontre que le chimiste fait tout l'opposé de la nature vivante; qu'il brûle, détruit, opère par analyse; que la force vitale seule opère par synthèse; qu'elle reconstruit l'édifice abattu par les forces chimiques. Il en résulte qu'une bonne classification ne peut être basée que sur les produits de décomposition des corps.

» J'examine à la même occasion les trois propositions suivantes :

» I. Toute substance organique, en se dédoublant sous l'influence d'un agent chimique, dégage les éléments de C^4O^4, de H^4O^2, de Az^2H^6, ou un multiple de ces quantités; ces éléments se séparent ou de la substance seule, ou collectivement de la substance et de l'agent qui la décompose.

» II. Lorsqu'une substance organique, placée dans des conditions décomposantes, présente une composition telle que ses éléments ne peuvent satisfaire à la loi précédente, 2, 3 ou plusieurs équivalents de cette substance s'unissent pour produire C^4O^4, H^4O^2 ou Az^2H^6, ou un multiple de ces quantités, tandis que les éléments restants demeurent en combinaison.

» III. Lorsqu'une substance organique en décompose une autre également organique, de manière qu'une partie de leurs éléments reste en combinaison, il y a élimination de A^4O^2, C^4O^4, Hz^2H^6 ou d'un multiple de ces quantités, en même temps que les résidus demeurent en combinaison.

» Le raisonnement, d'accord avec l'expérience, me conduit ainsi à prouver :

» 1°. Que l'équivalent de l'acide carbonique, tel que l'admettent les chimistes, doit être doublé, de manière à correspondre à 4 volumes de gaz $= C^4O^4$;

» 2°. Que l'équivalent du carbone doit être porté à $150 = C^4$;

» 3°. Que l'équivalent de l'eau doit être porté à $225 = H^4O^2 = 4$ vol. de vapeur;

» 4°. Que l'équivalent de l'oxygène est faux, comparativement à celui de l'hydrogène, le dernier pesant 12,5; celui de l'oxygène pèse 200;

» 5°. Que l'équivalent du soufre, du sélénium ainsi que de leurs composés, est de moitié trop faible, comparativement à celui de l'hydrogène;

» 6°. Que l'équivalent d'un grand nombre d'oxydes métalliques doit être doublé;

» 7°. Que la théorie électro-chimique ne s'accorde pas avec les équivalents chimiques, et que la théorie des types de M. Dumas est seule admissible aujourd'hui.

» La partie expérimentale de mon travail renferme de nouveaux faits à l'appui des propositions précédentes; en voici le résumé :

» I. 1°. L'essence de valériane se compose de deux principes particuliers dont l'un, le *valérol*, est oxygéné et renferme $C^{24}H^{20}O^2$; l'autre, le *bornéène*, a la même composition et le même équivalent que l'essence de térébenthine.

» 2°. L'air et les agents oxygénants transforment le valérol en acide valérianique.

» 3°. Le bornéène fixe, dans certaines circonstances, les éléments de l'eau, et se convertit en camphre solide de Bornéo $C^{40}H^{36}O^2$. Celui-ci donne, par l'acide nitrique du camphre des laurinées, $C^{40}H^{32}O^2$.

» 4°. L'huile ou essence de camphre, considérée par MM. Martius et Ricker comme un oxyde inférieur du radical camphogène, n'est qu'un mélange de camphre solide et de camphre liquide de Bornéo, déjà décrits par M. Pelouze.

» II. 5°. Les acides de la série draconique décrits par M. Laurent sont identiques à ceux que M. Cahours a obtenus antérieurement avec de l'essence d'anis.

» 6°. L'essence d'estragon oxygénée à la même composition que l'essence d'anis concrète.

» III. 7°. La quinine a pour composition $C^{80}H^{48}Az^4O^4$, et la cinchovine $C^{80}H^{48}Az^4O^2$.

» 8°. Ces deux alcalis donnent, sous l'influence de la potasse et de la chaleur, un nouvel alcali liquide et exempt d'azote, ayant pour formule $C^{76}H^{40}Az^4$. Cet alcali, auquel je donne le nom de *quinoléine*, produit avec les acides des sels parfaitement définis.

» 9°. La strychnine ne possède pas la composition que lui assigne M. Regnault; mais sa véritable formule est $C^{88}H^{48}Az^4O^4$. La strychnine fournit aussi mon nouvel alcali, mais moins bien que la quinine et la cinchovine.

» 10°. Le pipérin a pour composition $C^{68}H^{38}Az^2O^6$, formule déjà adoptée par M. Regnault. Ce corps ne fournit pas de quinoléine.

» 11°. La codéine cristallisée est représentée par $C^{72}H^{42}Az^{2}O^{6} + 2$ Aq; la formule admise pour ce corps par M. Regnault doit être rejetée. La codéine ne fournit pas de quinoléine.

» IV. 12°. La formule adoptée par M. Piria pour représenter la salicine est exacte. Ce principe peut être considéré comme un hydrate d'hydrure de salicyle $2C^{28}H^{12}O^{4} + 10$ Aq $= C^{84}H^{56}O^{22}$.

» 13°. La potasse en fusion transforme la salicine d'abord en hydrure de salicyle, puis en acide salicylique. Cette réaction peut être mise à profit pour préparer ce dernier produit.

» 14°. Le salicylate d'ammoniaque donne, par la distillation sèche, du carbonate d'ammoniaque et de l'hydrate de phényle.

» 15°. L'acide salicylique se décompose, par la distillation avec la chaux, en acide carbonique et en hydrate de phényle. La salyçone de M. Stenhouse est un mélange d'hydrure de salicyle et d'hydrate de phényle.

» 16°. L'acide nitrique fumant transforme l'acide salicylique en acide indigotique; le brome le convertit en un autre acide où l'hydrogène est remplacé par son équivalent de brome.

» 17°. La salicétine fournit de l'hydrate de phényle par la distillation sèche. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la nature des mouvements intrinsèques du poumon, et sur une nouvelle cause d'emphysème pulmonaire; par* M. **Longet**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Blainville, Serres, Flourens.)

« Beaucoup d'auteurs pensent que les fibres transversales des bronches et de leurs ramuscules appartiennent au tissu fibreux élastique que l'on sait être dépourvu de toute irritabilité, c'est-à-dire de cette propriété qu'a la fibre charnue de se raccourcir, en oscillant et en se fronçant, à l'occasion de certaines excitations, soit immédiates, soit extérieures à la fibre elle-même. Haller ayant ouvert la poitrine d'animaux vivants, en retira le poumon et appliqua aux *bronches elles-mêmes* divers irritants, sans pouvoir y distinguer la moindre trace de contraction. D'autres expérimentateurs affirment au contraire avoir vu les fibres bronchiales osciller sous l'influence *immédiate* des irritations mécaniques. Ces contradictions durent m'engager à tenter de nouveaux essais, et, au lieu d'agir,

à l'exemple de ces derniers auteurs, sur des cochons d'Inde ou des chiens, je songeai à faire choix d'animaux d'une taille élevée (cheval et bœuf), afin de pouvoir appliquer les agents d'irritation, non plus aux fibres bronchiales elles-mêmes, mais aux divisions du nerf vague. Dans la plupart de nos expériences, nous avons obtenu les contractions les plus manifestes, jusque dans des ramuscules bronchiques d'un calibre assez petit, en nous bornant à faire passer un courant galvanique transversal dans l'épaisseur de plusieurs rameaux nerveux. Dès lors, il nous paraît hors de doute que les fibres bronchiales, au moins celles qui accompagnent les premières divisions bronchiques, sont de nature musculaire, et que leurs mouvements dépendent de la paire vague.

» Assurément il était impossible d'espérer obtenir des effets analogues sur les ramifications tout à fait terminales des bronches; néanmoins le fait suivant, en même temps qu'il révèle une cause d'emphysème pulmonaire, échappée aux expérimentateurs, me paraît propre à éclairer sur la véritable nature du tissu qui forme les parois des cellules, vésicules ou capillaires aériens du poumon.

» L'emphysème pulmonaire (1) que j'ai vu survenir après la section des nerfs pneumo-gastriques, et que je ne trouve signalé dans aucun auteur à la suite d'une pareille lésion, m'engage à rejeter la nature vasculaire ou simplement élastique des parois vésiculaires, et à embrasser le sentiment de Reisseisen, qui pense que les vésicules pulmonaires conservent la même texture que les ramifications des bronches, c'est-à-dire la texture musculaire. En effet, si les parois des vésicules, cellules ou capillaires aériens du poumon étaient formées seulement par du tissu fibreux élastique, il est évident que la section de la paire vague ne modifierait en rien leur mouvement, leur contraction, puisque la propriété d'un pareil tissu ne dépend en rien du système nerveux et persiste même sur le cadavre: au contraire, l'altération précédente s'explique facilement si l'on admet l'influence nécessaire du pneumo-gastrique sur la *contractilité active* des vésicules aériennes qui, paralysées, se laissent distendre par l'air échauffé et raréfié

---

(1) Le plus souvent l'emphysème m'a semblé consister dans la simple dilatation de la vésicule; d'autres fois il y avait évidemment rupture et réunion de plusieurs vésicules. Dans certains points, le poumon du chien ressemblait à celui de la grenouille. Du reste les parties emphysémateuses étaient décolorées, et il était facile de reconnaître que la circulation avait dû s'y interrompre du vivant même des animaux.

qu'elles contiennent, sans pouvoir l'expulser : leur élasticité de tissu, nécessaire à l'inspiration, ne saurait donc suffire à l'expiration.

» Maintenant il nous reste à dire comment nous comprenons la gravité d'une pareille lésion des organes pulmonaires, et comment cette lésion devient une autre cause d'asphyxie (après la section des pneumo-gastriques) à ajouter à celles déjà connues des physiologistes, telles que l'occlusion de la glotte, l'engorgement sanguin des poumons, et l'épanchement séro-muqueux des bronches. En 1827, MM. Home et Bauer ont publié, dans les *Transactions philosophiques*, un travail duquel il résulte que, quand les vésicules pulmonaires ne sont que médiocrement distendues, la communication est libre entre les artères et les veines pulmonaires, en sorte qu'une injection passe facilement des premières dans les secondes; tandis que le passage n'a plus lieu si ces vésicules sont distendues outre mesure. Ce fait important trouve ici son application, et rend compte de l'impossibilité de l'hématose au niveau des parois distendues ou rompues des vésicules. D'ailleurs, la circulation pût-elle s'effectuer encore, on va comprendre comment, au bout d'un certain temps, les vésicules paralysées et dilatées renferment un air vicié et tout à fait impropre à la revivification du sang. En effet, il faut bien savoir que si, par la section des pneumo-gastriques, on gène l'entier exercice de l'expiration, on compromet, par la même cause, les importants effets de l'inspiration elle-même. Selon nous, l'expiration, sans doute puissamment aidée par l'affaissement du thorax, aurait été impropre à chasser l'air des dernières divisions bronchiques, si à leur élasticité n'eût été jointe l'action d'un tissu contractile qui, les resserrant au-dessous de ce diamètre, concourt à les vider plus complétement. Un pareil concours était d'autant plus indispensable que l'air qui reste dans les parties les plus profondes du parenchyme pulmonaire, étant chargé d'acide carbonique, est plus dense, et par conséquent d'une expulsion plus difficile.

» Ayant ouvert des artères, un ou deux jours avant la mort, chez des chiens dont les poumons étaient emphysémateux par la section des pneumo-gastriques, nous reconnûmes que ces vaisseaux charriaient un sang extrêmement foncé et presque noir, quoique toutes les précautions eussent été prises pour éviter les fâcheux effets du rétrécissement de la glotte.

Conclusions.

» Le galvanisme, appliqué aux rameaux du pneumo-gastrique qui entourent les premières divisions des bronches, donne lieu à des contractions

manifestes de ces conduits, si toutefois on expérimente sur des animaux d'une taille élevée (cheval et bœuf).

» La section des pneumo-gastriques peut être suivie d'emphysème pulmonaire.

» Ce résultat expérimental empêche d'admettre que les parois des vésicules, cellules ou capillaires aériens du poumon soient formées seulement par du tissu fibreux élastique.

» Ces parois sont douées d'une contractilité active, soumise au nerf pneumo gastrique.

» Cette contractilité étant abolie par la section de ce nerf, le renouvellement d'air respirable devient impossible dans les derniers conduits aériens, quoique leur élasticité persiste.

» La circulation devient difficile, ou même impossible sur les parois de ces conduits, d'ailleurs fortement distendus par un air vicié et saturé d'acide carbonique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

(Pièces dont il n'a pu être donné communication à la séance du 28 août.)

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur un nouveau procédé de chlorométrie; par* M. LASSAIGNE. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Chevreul, Pelouze.)

« Divers procédés ont déjà été indiqués pour estimer, soit la proportion de chlore libre dissoute dans l'eau, soit celle que les hypochlorites peuvent donner par leur décomposition en présence des acides. Ces moyens, si utiles pour les arts qui emploient ces substances, sont fondés sur deux principes: 1° sur la quantité de solution titrée d'indigo que peut décolorer un volume de chlore gazeux, sec, à 0° de température et sous la pression de $0^{m},76$; 2° sur la réaction que ce même gaz peut exercer sur une solution titrée d'acide arsénieux. Les modifications qui ont été apportées à ce dernier procédé par M. Gay-Lussac l'ont rendu préférable sous tous les rapports à l'ancien moyen, car celui-ci donne souvent des indications fausses, dépendant de l'altération qu'éprouve la solution titrée d'indigo sous l'influence de la lumière, et même placée dans l'obscurité au bout d'un temps plus ou moins long.

» Le moyen que nous soumettons aujourd'hui à l'examen des chimistes, et que nous avons eu l'occasion de mettre à exécution comparativement avec le chloromètre à base d'indigo, nous paraît devoir l'emporter sur celui-ci par l'inaltérabilité de la liqueur d'épreuve dont on fait usage, et par les résultats précis et constants qu'il peut fournir. Ce nouveau procédé repose sur la connaissance exacte de la proportion de chlore gazeux sec qui peut décomposer un poids déterminé d'iodure de potassium pur, pour se transformer entièrement en chlorure de potassium et en perchlorure d'iode, composés solubles dans l'eau. La décomposition complète de cet iodure est facilement accusée par une petite quantité de solution d'amidon qui, ajoutée à la solution titrée d'iodure au moment où l'on verse la solution chlorique, se trouve colorée immédiatement et successivement en bleu, violet, vert, rouge et jaune, tant qu'il reste la plus petite proportion d'iode libre; dès que la décomposition est terminée, la liqueur d'épreuve décolorée reprend la transparence et la limpidité de l'eau distillée : cette réaction simple permet d'apprécier beaucoup mieux qu'avec la solution sulfurique d'indigo, qui reste, comme on le sait, toujours colorée en jaune rougeâtre plus ou moins foncé, le moment précis où l'essai est arrivé à son terme.

» Ce procédé, qui en apparence se rapproche un peu de celui proposé par M. Houton-Labillardière il y a une vingtaine d'années, en diffère cependant en ce que ce chimiste avait pris pour base la coloration en bleu d'une solution incolore d'iode et d'amidon dans le sous-carbonate de soude, tandis que le nôtre, bien que l'iodure d'amidon intervienne aussi comme indicateur, est établi sur d'autres principes.

» 1 équivalent d'iodure de potassium pur et fondu exige, pour sa décomposition complète en chlorure de potassium et perchlorure d'iode, 6 équivalents de chlore sec; il résulte de cette réaction 1 équivalent de chlorure de potassium et 1 équivalent de perchlorure d'iode formé par l'équivalent d'iode séparé qui s'est combiné ensuite à 5 équivalents de chlore. D'après ces bases théoriques, 1 litre de chlore gazeux sec, à 0° de température et à $0^{m},76$ de pression, pesant $3^{gr.},208$, décompose $2^{gr.},482$ d'iodure de potassium.

» En faisant donc dissoudre dans un litre d'eau distillée cette quantité d'iodure de potassium, on prépare une solution normale qui exige pour sa décomposition totale un volume égal au sien de chlore, ou un litre de ce gaz sec dans les conditions de température et de pression rapportées plus haut, comme l'expérience directe l'a démontré.

» Cette solution titrée se conserve très-bien dans un flacon à large ouverture et bouché à l'émeri. Pour s'en servir, on en prend avec une petite pipette graduée une mesure connue, qu'on met dans un verre ordinaire ou bocal, et on y ajoute une petite quantité de solution d'amidon (1). Lorsqu'on veut déterminer le titre d'une simple solution de chlore dans l'eau, on en remplit la burette graduée à col recourbé, qui est employée ordinairement dans les essais chlorométriques, et l'on en verse goutte à goutte dans le volume de solution titrée d'iodure de potassium, mélangée de solution d'amidon. Dès que la première goutte tombe, il se produit de l'iodure d'amidon bleu, dont l'intensité augmente peu à peu, par suite de l'iode mis en liberté; mais bientôt cet iodure est à son tour décomposé, et la liqueur, avant de se décolorer totalement, passe par les diverses nuances que nous avons signalées plus haut.

» Les quantités de solution de chlore employées dans l'opération pour arriver à la décoloration complète sont en raison inverse des proportions de chlore qu'elles contiennent; ainsi, d'après les principes énoncés ci-dessus, lorsque dans une expérience on a été obligé de verser 20 mesures de solution de chlore pour détruire 10 mesures de solution normale d'iodure de potassium, la solution essayée ne renferme que la moitié de son volume de chlore, ou 0,50.

» Ce mode d'essai, fort simple, peut être exécuté sans appareil particulier, et avec la plus grande facilité, en se servant des tubes et burette gradués qui sont joints au chloromètre ordinaire perfectionné par M. Gay-Lussac il y a plusieurs années. Un verre ou bocal cylindrique, qu'on place sur une feuille de papier blanc étendue sur une table, afin de mieux apprécier la décoloration, une pipette graduée et une burette graduée à col recourbé, sont les vases nécessaires à l'opération.

» Les seules précautions à prendre dans les essais sont de tenir dans la main gauche le verre où est placée la mesure de solution titrée d'iodure, additionnée de huit à dix gouttes de solution d'amidon, et d'imprimer à ce vase un mouvement giratoire pendant qu'on verse avec la main droite la solution de chlore ou d'hypochlorite contenue dans la burette.

» La détermination du titre d'un hypochlorite alcalin se pratique de la

---

(1) Cette solution se prépare en dissolvant à chaud 1 gramme de fécule dans 100 grammes d'eau distillée, laissant refroidir et filtrant.

On peut aussi la former en broyant à sec la fécule dans un mortier d'agate, pour déchirer les téguments, et traitant par la même quantité d'eau distillée froide.

même manière, en opérant avec une solution récente de ce sel, faite dans les proportions de 10 grammes par litre d'eau. Une seule condition est essentielle à observer pour que l'opération se fasse promptement et avec exactitude : c'est d'ajouter à la liqueur d'épreuve titrée et additionnée d'amidon une goutte ou deux d'acide sulfurique concentré, afin d'opérer le dégagement du chlore, lorsqu'on vient à y verser la solution de l'hypochlorite. Si cette indication n'est pas remplie, l'opération ne s'accomplit que lentement et à plusieurs reprises; car, à la coloration et à la décoloration produites par les premières gouttes d'hypochlorite dans la liqueur d'épreuve non acidulée, succède spontanément une nouvelle coloration qu'on détruit aussitôt par quelques gouttes d'hypochlorite, et cet effet se continue quatre à cinq fois de suite, jusqu'à ce que l'iodure de potassium soit décomposé.

» Cette réaction lente que présentent les solutions des hypochlorites alcalins donne toujours un résultat un peu inférieur à celui qu'on obtient de l'addition d'une très-petite quantité d'acide sulfurique à la liqueur d'épreuve; à cet inconvénient réel il faut joindre encore celui d'un temps plus long qu'exige cette opération, tandis qu'en moins d'une demi-minute l'essai se trouve terminé. L'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique à la portion de solution titrée d'iodure sur laquelle on opère, a donc un avantage qu'on ne peut méconnaître, et qui la met dans les mêmes conditions que la solution sulfurique d'indigo titrée, lorsqu'on y verse brusquement la solution d'un hypochlorite.

» Les résultats qu'on obtient en expérimentant à plusieurs reprises, et successivement sur la même solution d'hypochlorite, sont identiques et comparables; ils prouvent que ce procédé peut donner des indications plus exactes que le chloromètre à base d'indigo.

» Dans l'examen comparatif que nous avons fait de ce moyen chlorométrique avec le procédé par la solution d'indigo, nous avons reconnu que ces deux procédés donnaient souvent des résultats dissemblables. Ce défaut de concordance est dû sans doute à la difficulté qu'on éprouve avec l'indigo à s'arrêter exactement à la même nuance dans deux expériences faites successivement, ou à peu de distance l'une de l'autre : sous ce dernier rapport, le procédé que nous avons employé a un avantage qu'il partage avec celui à base d'acide arsénieux; c'est qu'on peut saisir avec facilité le moment où l'opération est terminée, puisque toute couleur de la solution titrée est alors détruite. »

CHIRURGIE. — *Sur l'hématurie abondante et sur les moyens d'extraire de la vessie les caillots qui la remplissent ; par* M. **Leroy d'Étiolles**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Roux, Breschet.)

« Dans ce Mémoire, après avoir montré que la sonde, même volumineuse, est obturée par les caillots; que les injections sont impossibles dans une vessie déjà remplie outre mesure ; que si les alcalis empêchent la coagulation par leur mélange avec le sang avant le refroidissement, ils ne rendent pas liquide le caillot formé ; que l'emploi du brise-pierre proposé par un opérateur de lithotritie pour rompre les caillots n'est pas suffisamment motivé et peut être dangereux ; après avoir établi enfin que l'incision du périnée conseillée par Severinus, pratiquée par A. Cooper et soutenue par son neveu Bransby Cooper, n'est justifiée qu'autant que le passage de l'urètre est fermé par un rétrécissement, une pierre ou tout autre obstacle ; j'arrive à l'indication d'un moyen simple qui seul m'a réussi dans cinq cas de réplétion de la vessie par du sang, des plus complets qui se puissent voir : je veux parler de l'épuisement par l'introduction d'une grosse sonde en gomme, à courbure fixe, sans mandrin, répétée autant de fois qu'il est nécessaire pour l'évacuation complète. Je suis parvenu ainsi à extraire jusqu'à 2 kilogrammes de sang coagulé sans que le passage de la sonde, renouvelé plus de cent fois dans l'espace de quelques heures, ait causé ni accident ni douleur. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur l'électrotypie ou galvanoplastique, et sur quelques phénomènes qui s'y rattachent ; par* M. **Boquillon**.

L'auteur, dans cette Note, commence par signaler un certain nombre de phénomènes qui se sont offerts à son observation dans le cours des opérations galvanoplastiques, et qui lui semblent de nature à modifier les théories généralement admises, surtout en ce qui concerne les actions électriques qui s'exercent à la surface des corps.

Dans une seconde partie, M. Boquillon s'occupe du choix à faire dans les opérations électrotypiques entre les diverses sources d'électricité, et, à cette occasion, il fait connaître un nouveau couple de son invention, dont l'emploi est très-avantageux sous le rapports économique, et permet de recueillir l'hydrogène qui se développe en grande abondance pendant la précipitation du métal.

M. Boquillon expose ensuite les circonstances qui influent sur l'état

moléculaire du métal ou de l'alliage déposé, et fait voir comment, en ayant égard au plus ou moins de stabilité des sels métalliques employés, et à leur plus ou moins de solubilité, on peut conduire l'opération de manière à obtenir à volonté le dépôt d'un métal dur et cassant comme l'acier ou mou et flexible comme le plomb. Quand il s'agit d'obtenir le dépôt d'un métal précieux sur un autre métal, il est important d'avoir égard aux circonstances dont nous venons de parler, puisque, suivant le plus ou moins de rapidité avec lequel aura lieu la précipitation, suivant que la cristallisation du nouveau métal sera plus ou moins confuse, l'adhérence sera plus ou moins intime. « On sent, dit M. Boquillon, que si l'on néglige ces précautions, si l'on ne se rend pas bien compte des conditions dans lesquelles on opère chaque fois, on ne devra s'attendre à aucune constance dans les résultats, ce qui est cependant d'une grande importance quand on veut faire l'application industrielle d'un procédé. »

En terminant sa Note, l'auteur indique les moyens par lesquels on peut reconnaître la quantité précise du métal déposé sur une pièce quelconque, sans qu'il soit nécessaire de la peser avant et après l'opération; ce pesage, suivant lui, ne pouvant donner qu'une approximation grossière, puisque le décapage nécessaire de la pièce, immédiatement avant son immersion dans le bain, lui enlève une quantité inconnue de métal dont il est impossible de tenir compte dans la dernière pesée.

(Le Mémoire de M. Boquillon est renvoyé à l'examen de la Commission précédemment nommée pour diverses communications relatives à la galvanoplastique, à laquelle sont adjoints les Commissaires désignés pour de précédentes Notes de M. Boquillon sur le même sujet.)

M. Boquillon met sous les yeux de l'Académie une planche gravée en taille douce, et deux reproductions de la même planche obtenues par les procédés galvanoplastiques; à chacune de ces reproductions est jointe une épreuve sur papier de l'estampe qu'elle donne à l'impression. M. Boquillon fait remarquer qu'il n'a pas été nécessaire, pour obtenir ces deux gravures en creux, d'avoir deux contre-épreuves en relief de l'original, mais qu'une seule et même contre-épreuve a servi pour toutes les deux et aurait pu encore en donner davantage.

PHYSIQUE. — *Sur un moyen propre à donner une détermination exacte de la conductibilité des corps pour la chaleur; par* M. Sellier.

(Commissaires, MM. Pouillet, Regnault, Despretz.)

M. **Pimont** adresse une addition à un précédent Mémoire sur un appareil qu'il désigne sous le nom de *caloridore,* et qui a pour objet de permettre d'utiliser la chaleur des bains de teinture épuisés.

(Commission précédemment nommée.)

(*Pièces de la séance du 5 septembre.*)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Moyens proposés pour diminuer le danger des chocs sur les chemins de fer; réponse de* M. **Franchot** *aux critiques dirigées par* M. Thenard, *ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, contre le parachoc articulé.*

« Dans la séance de l'Académie des Sciences du 11 juillet dernier, M. Dufrénoy a lu, au nom de M. Thenard, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du département de la Gironde, une Note qui a pour titre: *Comparaison du parachoc de* M. Franchot *et des freins de* M. Thenard (1).

» Nous ferons remarquer qu'il est assez difficile d'établir des rapprochements ou des valeurs relatives entre des moyens de sûreté qui ne reposent pas sur le même principe, et dont chacun a une sphère d'action particulière. En effet, si les freins procurent, en général, un moyen pratique et consacré par l'usage pour amortir la vitesse d'un convoi en présence d'un obstacle signalé ou qui se manifeste par un ralentissement dans la marche de la locomotive, ils nous paraissent à peu près inefficaces dans le cas d'un arrêt subit, instantané, causé par un choc imprévu; et si l'éventualité d'une telle rencontre ne se présente que par un concours de circonstances heureusement fort rares, ce n'est pas une raison pour négliger les seuls moyens qui puissent en conjurer les épouvantables conséquences.

» Les objections que M. Thenard soulève contre le parachoc à losanges proviennent de ce que cet ingénieur n'a pu prendre une connaissance exacte de cet appareil, et probablement de ce qu'il a négligé de se rendre rigoureusement compte des résistances et des pertes de vitesse provenant de la poussée successive des waggons contre le parachoc.

» Sans doute toutes les voitures viendront successivement se choquer

---

(1) Nous n'avons eu connaissance de cette communication que tout récemment, et par l'extrait qui en a été publié dans le *Compte rendu.*

l'une l'autre, mais à des intervalles excessivement courts, et avec des différences de vitesse trop faibles pour occasionner des chocs dangereux, et je considère ce fractionnement de la masse totale du convoi comme très-favorable, en raison de la résistance croissante résultant de la compression des ressorts du parachoc.

» Au surplus, M. Thenard n'a pas pensé vraisemblablement aux moyens d'encliquetage dont est muni le modèle que nous avons présenté à la Commission. Ce procédé fort simple coupe court, en effet, à toutes les hypothèses qu'on pourrait faire sur les conséquences des réactions.

» La comparaison que M. Thenard a voulu établir au préjudice du parachoc m'impose l'obligation de faire l'examen critique du système des freins spontanés, dont l'idée première sera sans doute revendiquée par M. de Jouffroy, qui l'a exposée, le 21 juin dernier, devant l'Académie des Sciences. On sait que l'idée-mère de ce système repose sur l'enraiement spontané des roues des waggons, qui a lieu toutes les fois que les chaînes de traction cessent d'être tendues. Ainsi les freins, constamment poussés contre les jantes des roues par des poids ou des ressorts, ne seraient soulevés, et par conséquent ne rendraient la liberté aux roues qu'autant que les chaînes qui relient les waggons les uns aux autres et à la locomotive seraient suffisamment tendues; cette traction cessant, les roues seraient de nouveau enrayées.

» Voilà certainement une idée ingénieuse; mais examinons, d'après les procédés pratiques indiqués par M. Thenard lui-même, les conséquences de son application. Il en résulte que la marche du convoi, même à la descente des pentes, exigerait de la locomotive une traction constante qui, d'après des calculs approximatifs présentés par M. Thenard, serait, pour un convoi de douze waggons, de 696 kilogrammes, équivalant à 9 $\frac{1}{4}$ chevaux mécaniques (1).

» Nous ne nous emparerons pas des chiffres jetés à la hâte dans un premier aperçu, pour faire une critique facile du système de notre honorable

(1) La dernière Note de M. Thenard, communiquée à l'Académie des Sciences par M. Dufrénoy, ne contenant aucuns détails techniques nouveaux sur le système des freins spontanés, nous nous en référons à la première lettre qui a été adressée à M. le ministre des Travaux publics par M. l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du département de la Gironde. Cette lettre a été reproduite en entier dans le *Constitutionnel* du 15 juin dernier.

compétiteur; cependant nous ne pouvons nous dispenser de faire observer qu'une traction continue et constante, capable de soulever tous les freins, même dans les pentes, n'est pas sous le rapport de l'économie du moteur, aussi peu importante que le suppose M. Thenard; car, pour nous servir du chiffre de 696 kilogrammes, cité comme exemple par cet ingénieur, il s'agirait, non pas d'une dépense continue de 9 $\frac{1}{4}$ chevaux mécaniques, mais bien de 93 chevaux, lorsque le convoi aurait acquis la vitesse normale de 10 mètres par seconde. Hâtons-nous de dire cependant que, puisqu'il suffit d'opérer un très-faible soulèvement des freins pour rendre aux roues leur mobilité, on peut exercer la traction par l'intermédiaire d'un levier, et la réduire à un effort tolérable, quoique les poids indiqués ci-dessus ne nous paraissent pas suffisants, à beaucoup près; mais notre objection, pour être affaiblie, n'en subsiste pas moins.

» N'est-il pas à craindre, d'ailleurs, que le soulèvement des freins n'ait lieu d'une manière saccadée, surtout au départ, à la descente des pentes, enfin toutes les fois que, par une cause quelconque, il y aura désaccord entre la vitesse du convoi et celle de la locomotive? Il nous semble qu'il en doit résulter une suite de soubresauts fort désagréables pour les voyageurs, et destructeurs des agencements de traction.

» M. Thenard ne se serait-il pas exagéré, d'un autre côté, la rapidité et l'efficacité des opérations qui consistent à répandre du sable sur les rails, à maîtriser la vitesse de rotation des roues, lorsqu'elles ne font pas moins de 140 tours par minute, enfin à arrêter le convoi tout entier par le frottement qui s'exercera seulement sur les deux roues de derrière de chaque waggon? en un mot, est-il bien sûr que toutes ces opérations s'accompliront sur une longueur de chemin de 8 à 10 mètres, et en moins de 2 secondes? Mais, en réservant nos doutes à cet égard, nous n'en demanderons pas moins à notre critique ce que deviendront les deux ou trois voitures qui sont en tête du convoi, si, par une cause possible, il y a arrêt subit de la locomotive.

» Le système des freins spontanés inspirera une vive répugnance aux ingénieurs spéciaux des chemins de fer, à cause des complications et des entraves qui en résulteraient dans le service des gares. Avec les waggons et les convois actuels, il n'y a ni avant ni arrière, c'est-à-dire que, selon le besoin du service, on peut tirer le convoi tantôt par un bout, tantôt par l'autre, le premier waggon devenant le dernier, et réciproquement. La nécessité de pousser les waggons par derrière, ou bien celle de faire reculer le convoi, se présente aussi très-fréquemment.

» Avec la disposition que propose M. Thenard, il paraît difficile de conserver cette simplicité dans les moyens auxiliaires de service : ainsi, on n'aurait pas seulement à remanier, sinon à renouveler tout le matériel des voitures de transport (ce qui entraînerait à des dépenses beaucoup plus considérables que l'essai d'un parachoc), mais il faudrait encore aviser à changer les dispositions des débarcadères et l'organisation du service.

» Après avoir fait la part des objections que l'on peut opposer aux procédés d'enraiement proposés par M. Thenard, nous reconnaîtrons volontiers que l'idée-mère de son système est assez ingénieuse pour qu'on la recommande aux études des praticiens. Peut-être trouveront-ils les moyens de faire disparaître, ou au moins d'atténuer suffisamment les inconvénients que nous avons signalés, pour que l'application du système des freins spontanés devienne possible. »

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

L'Académie renvoie à l'examen de la même Commission trois Notes également relatives à des *moyens proposés comme propres à diminuer les dangers des chemins de fer*, et adressées par M. **Bloch**, M. **Pedrotti** et M. **Grenier**.

MÉDECINE. — *Sur une espèce de mentagre contagieuse résultant du développement d'un nouveau cryptogame dans la racine des poils de la barbe de l'homme; par* M. **Gruby**. (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans de précédentes communications, j'ai fait voir que deux maladies, la teigne faveuse et le muguet des enfants, résultent du développement de certains cryptogames dans les tissus de l'homme vivant. Aujourd'hui j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie mes recherches sur une troisième espèce de cryptogame qui s'établit dans la gaîne du poil de la barbe chez l'homme, et qui vient y constituer une maladie qui n'a pas été jusqu'à présent suffisamment caractérisée.

» Cette maladie siége dans la partie pileuse de la face; mais plus ordinairement elle occupe le menton, la lèvre supérieure et les joues. Elle couvre toutes ces parties d'écailles blanches, grises et jaunâtres : ces écailles ont de 2 à 6 millim. de largeur sur 3 à 8 millim. de longueur; elles sont un peu convexes au milieu; leurs bords sont anguleux, un peu déprimés et traversés de toutes parts par les poils; elles ne sont que légèrement attachées à la peau sous-jacente; elles adhèrent fortement aux poils.

» En examinant les écailles sous le microscope, on reconnaît qu'elles ne sont composées que de cellules d'épiderme; mais l'examen microscopique du poil démontre que toute sa partie dermatique est entourée de cryptogames formant une couche végétale entre la gaîne du poil et le poil lui-même, de telle sorte que le poil est enfoncé dans une gaîne exclusivement formée de cryptogames, comme un doigt dans un gant. Mais, chose remarquable, les cryptogames ne dépassent jamais la surface de l'épiderme cutané ; ils prennent naissance dans la matrice du poil et dans les cellules dont sa gaîne est composée, et ils remontent pour envelopper la partie du poil engagée dans la peau Ils se présentent partout avec une quantité innombrable de sporules qui restent adhérents, d'une part, à la surface interne de la gaîne du poil, et d'autre part, au poil lui-même; ils sont tellement attachés à la gaîne, qu'il est difficile de les en séparer sans la déchirer.

» Du reste, à l'exception des cryptogames, on ne trouve aucun autre produit pathologique, ni globules de pus, ni globules inflammatoires.

» Les cellules de la gaîne du poil conservent leur transparence et leur forme normale ; elles sont moins adhérentes entre elles, c'est-à-dire qu'on peut plus facilement les séparer les unes des autres que dans l'état physiologique.

» On peut facilement distinguer les trois espèces de cryptogames de la teigne faveuse, du muguet et de la mentagre, aux caractères suivants :

Dans les porrigophytes (cryptogames de la teigne faveuse),

1°. Les cryptogames se logent entre les cellules d'épiderme ;
2°. Ils descendent sur les follicules du poil ;
3°. Ils sont enfermés dans des capsules propres ;
4°. Ils n'ont que très-rarement de granules dans leurs tiges ;
5°. Leurs sporules sont grands et ordinairement ovales.

Dans les mentagrophytes (cryptogames de la mentagre),

1°. Les cryptogames logent entre le poil et sa gaîne;
2°. Ils remontent de la racine du poil vers l'épiderme;
3°. Ils n'ont point de capsules;
4°. Ils ont presque toujours des granules dans leurs tiges;
5°. Leurs sporules sont petits et ordinairement ronds.

Dans les aphthaphytes (cryptogames du muguet),

1°. Les cryptogames sont logés entre les cellules d'epithelium ;
2°. Ils forment des champignons ;
3°. Leurs branches se détachent de la tige selon des angles aigus;
4°. Les branches sont rarement striées.

Dans les mentagrophytes (cryptogames de la mentagre),

1°. Les cryptogames sont logés dans les gaînes du poil ;
2°. Ils ne forment point de champignons;
3°. Leurs branches se détachent selon des angles de 40 à 80°;
4°. Leurs branches sont toujours striées. »

M. Schmalz adresse pour le concours Montyon la traduction française d'un opuscule qu'il vient de faire paraître sur l'éducation des sourds-muets. Convaincu de l'insuffisance des établissements existants pour l'éducation de ces enfants, dont une grande proportion reste privée de toute culture, l'auteur a cherché à faciliter leur instruction dans le sein de la famille, et à cet effet il a extrait du grand ouvrage qu'il avait précédemment publié sur ce sujet, ouvrage d'un prix élevé et qui d'ailleurs s'adresse plus aux savants qu'aux gens du monde, les préceptes qui peuvent le mieux guider les pères de famille.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Hugon soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur un *nouveau système de construction pour les culées de ponts suspendus, sans puits d'amarre et avec câbles sans fin.*

(Commissaires, MM. Dupin, Coriolis, Piobert.)

M. Guibert présente deux Mémoires ayant pour titre, l'un : *Mémoire sur l'ivresse considérée dans ses effets physiologiques et particulièrement dans ses rapports avec la phrénologie;* l'autre, *Mémoire sur un nouveau mode de traitement rationnel de la fièvre typhoïde, et observation d'une dyssenterie grave avec symptômes de fièvre typhoïde.*

(Commissaires, MM. Magendie, Roux, Serres.)

Dans la lettre qui accompagne ces Mémoires, l'auteur prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante par suite du décès de M. Double.

M. Brachet adresse une addition à ses précédentes communications relatives aux *télégraphes de nuit.*

(Commission précédemment nommée.)

M. Lebrun envoie, comme renseignements pour la Commission chargée de l'examen de son *Nautile de sauvetage,* un exemplaire du Rapport fait à M. le Ministre de la Marine par la Commission d'habillement.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Coulvier-Gravier adresse une nouvelle série d'observations météoro-

logiques destinée à montrer les rapports qui existent, suivant lui, entre les changements de temps et l'altération dans la direction générale des étoiles filantes.

(Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Milne Edwards**, en déposant sur le bureau un exemplaire du Mémoire de M. **Joly** sur l'*Isaura cycladoides*, exprime le regret de n'avoir pu faire, en temps utile, un Rapport sur ce travail. Le petit crustacé étudié par M. Joly appartient à un genre déjà connu, mais dont l'histoire était très-incomplète, et les observations de l'auteur sur le développement de cet animal offrent beaucoup d'intérêt.

M. **Flourens**, en présentant deux nouvelles livraisons de l'*Anatomie microscopique* de M. *Mandl*, appelle l'attention sur le procédé que l'auteur a employé pour prouver l'existence d'une enveloppe dans les globules du lait.

En écrasant, au moyen d'un compresseur dont les deux lames glissent l'une sur l'autre, quelques-uns de ces globules, on voit que chacun d'eux laisse une traînée formée par le corps gras qui était contenu dans son intérieur; en avant de cette traînée on aperçoit un petit corps allongé affectant une direction transversale à la première, et qui n'est autre chose que la membrane roulée sur elle-même. Pour se convaincre que ce petit corps est bien réellement de structure membraneuse, il suffit d'ajouter un peu d'éther, qui dissout le reste de substance grasse et fait apparaître bien distinctement la membrane qui n'en est point attaquée.

(Pièces dont il n'a pu être donné communication à la séance du 28 août.)

M. **Guyon** adresse une Note sur les *Cagots* des Pyrénées. Les Cagots ont été confondus par plusieurs voyageurs avec les Crétins, et cette erreur tient à une cause que M. Guyon prend soin d'indiquer.

Il s'en faut de beaucoup que tous les Cagots soient Crétins, et même ceux qui habitent des lieux sains et bien aérés sont en général d'une constitution robuste et d'une taille au-dessus de la moyenne. Cependant, même dans ces lieux, ils ont été de temps immémorial et sont encore aujour-

d'hui, jusqu'à un certain point, un objet de mépris pour les autres habitants, qui ne contractent guère d'alliances avec eux. Arrivés dans ce pays comme des étrangers fugitifs et comme des hérétiques, ils rencontrèrent peu de bienveillance parmi les populations qui étaient fixées avant eux dans ces cantons : beaucoup ne trouvèrent à s'établir que dans des localités qui avaient été dédaignées comme malsaines, dans des vallées étroites et humides, favorables au développement des affections goitreuses, et, par suite, du crétinisme; ceux qui se trouvèrent placés dans ces conditions n'échappèrent pas à leur influence : il y eut parmi eux des goitreux, des crétins, et c'est peut-être à cause de la fréquence du crétinisme chez quelques populations toujours suspectes d'hérésie, malgré une conversion qui n'avait peut-être pas été bien volontaire, que les Crétins, à quelque race qu'ils appartiennent, ne sont pas dans les Pyrénées, comme ils le sont dans presque tous les autres cantons à goitre de l'Europe, l'objet d'une tendre commisération.

M. Guyon croit avoir reconnu chez les Cagots un caractère physique distinctif qui consisterait dans l'absence du lobule de l'oreille. Il exprime d'ailleurs le regret de n'avoir pu donner plus de temps à l'étude d'une race qui ne tardera vraisemblablement pas à s'éteindre; en effet, les préjugés qui existent contre les Cagots, bien qu'ils soient encore assez marqués, tendent à s'effacer, de sorte qu'il n'y aura plus bientôt rien qui empêche la fusion avec les populations environnantes. Beaucoup de ces hommes d'ailleurs émigrent pour l'Amérique, et M. Guyot considère cette tendance à voyager comme un héritage qu'ils auraient reçu de leurs ancêtres, car l'auteur partage l'opinion, déjà soutenue par plusieurs écrivains, qui voit en eux les descendants des Goths.

M. Négrier écrit relativement à un moyen qu'il a découvert pour arrêter instantanément les *hémorragies nasales*. Ce moyen, dont il a déjà fait l'objet d'une Note dans un journal de Médecine, consiste à faire lever le bras du côté de la narine qui est le siége de l'épistaxis. M. Négrier rapporte cinq nouvelles observations d'hémorragies arrêtées par ce moyen et qui ne se renouvelèrent pas.

M. Carus adresse, de Dresde, les épreuves des planches qui devront accompagner un ouvrage qu'il prépare pour développer ses idées sur le nouveau système de *cranioscopie scientifique* dont il a déjà donné une indication dans sa *Physiologie*.

M. Carus partage la masse encéphalique en trois portions, correspondant aux trois vertèbres crâniennes, et le développement plus ou moins grand de chacune de ces portions indique, suivant lui, la prééminence d'une des trois facultés essentielles de l'âme, la volonté, le sentiment et la pensée. Le développement de la portion occipitale est en rapport avec la puissance de la volonté, celui de la portion coronale avec l'étendue de l'intelligence.

Afin de mettre en évidence les différences que présentent sous ces rapports les diverses têtes, M. Carus projette sur un même plan les silhouettes de quatre crânes, en les assujettissant seulement à coïncider dans le contour du canal auditif. Le trait de chacune de ces têtes est tracé avec une couleur particulière, de manière à ne pouvoir être confondu avec le trait des trois autres.

M. **Papadopoulo Vreto** transmet copie d'un article publié dans un journal de Corfou, où l'on représente comme insuffisantes les expériences qu'ont faites MM. les Commissaires désignés par l'Académie pour constater le degré de résistance que peut offrir aux balles lancées par une arme à feu la cuirasse en feutre que son inventeur désigne sous le nom de *Pilima*.

Sur la demande d'un membre de l'Académie, cette pièce est renvoyée à la Commission qui a fait le Rapport, afin qu'elle examine si les expériences dont elle a rendu compte peuvent, en effet, donner lieu à des objections fondées.

M. **Passot** écrit pour rappeler que la Commission du prix de Mécanique n'a pas cru pouvoir comprendre sa roue hydraulique parmi les inventions admises à concourir, attendu que l'expérience n'en avait pas encore démontré les bons résultats. « Il n'est pas toujours au pouvoir d'un inventeur, dit M. Passot, de pouvoir mettre les membres de la Commission à portée de voir par eux-mêmes les résultats donnés par une machine. J'ai bien annoncé les résultats obtenus avec l'appareil que j'avais établi à Bourges; mais je conçois que mon assertion pouvait ne pas paraître suffisante. Aujourd'hui, cependant, cette assertion va recevoir, je l'espère, une confirmation authentique : une enquête judiciaire sur les effets obtenus de mon appareil vient d'être ouverte à Bourges. Je désirerais savoir si l'Académie croira pouvoir s'en rapporter au résultat de cette enquête, et, dans le cas contraire, je prierais qu'elle m'indiquât le moyen que je puis prendre pour la mettre à portée de juger du mérite de ma découverte. »

(Pièces de la séance du 5 septembre.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide lithofélique, et les produits de l'action de l'acide nitrique sur cette substance.* — Note de MM. **Malaguti** et **Sarzeau.**

« En examinant une de ces concrétions calculeuses connues sous le nom de *bezoar oriental*, nous avons trouvé, comme M. Hartmann, qu'elle était composée, presque en totalité, d'acide lithofélique, matière découverte récemment par M. Göbel, et sur laquelle M. Wöhler a attiré l'attention des chimistes à l'occasion des idées que ce savant a émises sur l'amorphisme.

» En possession d'une quantité assez considérable de cette substance, nous en avons entrepris une étude approfondie, et nous avons déjà reconnu que la matière jaune acide produite par l'action de l'acide azotique diffère de l'acide lithofélique

$$C^{40}H^{72}O^{8},$$

d'où elle dérive, par 8 molécules d'hydrogène de moins, et 6 molécules d'oxygène et 2 d'hypoazotide de plus,

$$C^{40}H^{56}O^{14}(AzO^{4})^{2} = \text{acide lithazofélique.}$$

» Nous avons reconnu aussi que le produit acide de la distillation sèche de l'acide lithofélique représente la composition de cet acide, moins les éléments de 2 molécules d'eau,

$$C^{40}H^{68}O^{6} = \text{acide pyrolithofélique.}$$

» Nous pourrions encore parler des nouvelles transformations de ces nouveaux produits sous l'action des alcalis et des corps halogènes; mais nous nous réservons d'en rendre compte à l'Académie dès que nous nous serons fait une idée précise sur leur nature chimique, et que nous aurons complété l'examen des trois séries de sels provenant de l'acide primitif et de deux acides dérivés. »

M. **Bonhoure** écrit relativement aux mauvais effets qui peuvent résulter de l'application des *synapismes* et des autres irritants de la peau.

M. **Grobot** prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de faire un Rapport sur certains procédés de son invention relatifs à la *peinture sur verre*. M. Grobot sera invité à adresser une description de ses procédés.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés*, présentés l'un par MM. **Gruby** et **Delafont**, l'autre par M. **Menotti**.

La séance est levée à cinq heures. F.

ERRATA. (Séance du 29 août.)

Pages.	Lignes.	Fautes.	Corrections.
417,	20,	$\frac{k+2}{2}\,\frac{k+h}{h}$	$\frac{k-2}{2}\,\frac{k}{h}\cos\Phi$
Ibid.,	24,	$2\alpha\cos\varpi$	$h\alpha\cos\varpi$
423,	19,	$+\gamma$	$+\gamma_{,}$
Ibid.,	*Ibid.*,	$e^{(\nu'-s't)\sqrt{-1}}$	$e^{(\nu'\gamma-s't)\sqrt{-1}}$
Ibid.,	24,	$-s'$	$=s'$
425,	6,	J'	$\overline{J'}$

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 9; in-4°.

Mémoire sur les développements des Végétaux; par M. PAYEN; in-4°; 1842. (Extrait du tome VIII des *Mémoires des Savants étrangers.*)

Bulletin de la Société géologique de France; 20 juin 1842; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; n° 55, juillet 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales, n° 8; août 1842; in-8°.

Mémoires de la Société d'Émulation de Lyon; tome Ier; in-8°.

Histoire de la Lithotritie, par M. LEROY D'ÉTIOLLES; 2e édition, augmentée d'une *Lettre à l'Académie de Médecine, sur les effets des eaux alcalines dans la gravelle et les calculs urinaires;* in-8°.

Deuxième Lettre à l'Académie de Médecine, sur la dissolution des calculs urinaires et leur traitement chimique; par le même; in-8°.

*Recherches zoologiques, anatomiques et physiologiques sur l'*Isaura cycladoides*, nouveau genre de Crustacé à test bivalve, découvert aux environs de Toulouse; par* M. N. JOLY; in-8°.

De l'Éducation du Pauvre, quelques mots de celle du Riche. — Discours prononcé par le Président de la Société royale d'Émulation d'Abbeville, dans la séance du 29 octobre 1841; Abbeville, 1842; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome III, 26e livr.; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie, de Toxicologie, etc.; septembre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; 10e année; août 1842; n° 2; in-8°, avec atlas in-4°.

Société royale et centrale d'Agriculture. Bulletin des séances, compte rendu mensuel; tome II; n° 15; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique, de Jardinage et d'Économie domestique; août 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; septembre 1842; n° 36.

Journal des Connaissances utiles, n° 8; août 1842; in-8°.

Le Technologiste; septembre 1842; in-8°.

Encyclographie médicale, ou Résumé analytique et complet de tous les jour-

naux de médecine et de pharmacie; publié par M. A. LARTIGUE; tome Ier, 5e livr.; in-8°.

Observations astronomiques faites à l'Observatoire de Genève dans l'année 1841; *par* M. E. PLANTAMOUR; 1re série; Genève, 1842; in-8°.

Conchologia... *Conchyliologie systématique; par* M. L. REEVE; 10e partie; in-4°, avec pl. color.

Ueber das... *Sur l'observation du mouvement des Lèvres comme moyen de remplacer, pour les résultats, le sens de l'ouïe chez les sourds-muets; par* M. SCHMALZ; Dresde, 1841; in-12.

Ueber Vaccination... *Sur les Vaccinations et les Revaccinations; par* M. DE RETTENBACH; Vienne, 1842; in-8°.

Tijdschrift... *Journal d'Histoire naturelle et de Physiologie; publié par* MM. VANDER HOEVEN et DE VRIÈSE; tome VIII; 4e livr.; Amsterdam; in-8°.

Ueber den... *Sur la structure du* Gordius aquaticus; *par* M. A.-A. BERTHOLDT; Gottingue, 1842; in-4°.

Ueber... *Sur différentes espèces nouvelles ou rares de Reptiles; par* le même; Gottingue, 1842; in-4°.

Memorie... *Mémoire sur le véritable siége de la Fièvre. — Mémoire sur la structure de quelques parties du Cerveau; par* M. BIAGGI; Padoue, 1842; in-8°.

Il Filocamo... *Journal médico-scientifique et d'éducation;* n° 11; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 37.

Gazette des Hôpitaux; n° 103 à 105.

L'Expérience; n° 270.

L'Écho du Monde savant; nos 17 et 18.

L'Examinateur médical; tome III, n° 5.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — AOUT 1842.

Jours du mois	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	761,85	+17,7		761,85	+21,2		761,34	+22,0		761,80	+18,2		+24,0	+12,0	Très-nuageux	N. E.
2	760,31	+17,5		758,48	+22,8		756,53	+25,6		755,25	+21,9		+27,0	+12,5	Très-nuageux	N. E.
3	752,77	+23,5		752,11	+26,6		751,60	+28,2		751,43	+23,7		+29,8	+16,2	Très-nuageux	E. N. E.
4	753,08	+24,5		752,95	+27,2		753,20	+28,8		755,48	+23,9		+30,0	+18,2	Nuageux	S.
5	758,00	+25,4		756,90	+28,6		756,16	+29,4		755,68	+23,8		+31,8	+16,1	Nuageux	S. S. O.
6	755,89	+24,9		755,42	+24,3		755,00	+25,1		756,33	+19,9		+27,0	+18,2	Couvert	E. S. E.
7	758,24	+22,2		757,60	+26,7		757,25	+26,2		757,64	+20,9		+28,4	+18,4	Nuageux	O. N. O.
8	759,07	+21,6		758,95	+22,0		758,29	+24,3		758,34	+21,3		+26,5	+17,0	Couvert	O.
9	758,10	+26,1		756,95	+30,2		755,65	+29,3		755,36	+18,0		+31,8	+15,8	Nuageux	S. S. O.
10	750,52	+27,8		748,82	+31,9		747,68	+33,3		751,07	+18,3		+35,8	+18,0	Serein	S. E.
11	757,47	+20,6		758,52	+22,7		759,27	+23,1		761,92	+18,2		+25,4	+15,7	Couvert	O. S. O.
12	764,87	+20,6		764,59	+22,6		764,08	+24,5		765,30	+22,5		+26,6	+12,5	Couvert	N.
13	767,11	+21,9		766,51	+26,0		765,70	+28,7		765,76	+24,2		+30,0	+13,9	Beau	N. E.
14	765,07	+24,5		763,97	+29,7		762,63	+31,4		761,70	+25,2		+32,9	+16,8	Beau	E.
15	760,95	+26,5		759,79	+29,2		758,75	+30,9		758,60	+24,3		+32,4	+16,9	Beau	E.
16	759,26	+26,3		758,65	+31,9		757,99	+31,9		758,17	+24,7		+34,7	+17,9	Beau	E.
17	757,79	+27,6		756,90	+33,1		755,97	+32,2		755,57	+27,6		+35,2	+19,9	Beau	N. N. E.
18	755,76	+28,6		754,97	+33,9		753,87	+34,5		754,38	+26,4		+37,2	+19,9	Beau	S.
19	756,57	+23,3		756,08	+24,5		756,57	+22,5		757,32	+18,5		+26,0	+20,3	Couvert	O.
20	760,32	+21,7		759,82	+23,7		759,49	+23,2		759,32	+19,8		+26,9	+16,0	Couvert	S. S. O.
21	758,19	+23,8		756,76	+26,5		755,76	+27,1		755,62	+20,5		+29,3	+15,6	Beau	O. S. O.
22	754,44	+24,3		754,38	+22,1		754,19	+26,7		753,95	+22,1		+28,2	+18,1	Pluie	O. S. O.
23	756,80	+23,0		756,53	+24,1		755,71	+26,3		754,67	+20,7		+27,5	+17,1	Beau	S. O.
24	751,64	+25,8		750,35	+30,5		749,07	+31,5		748,56	+21,2		+33,2	+17,2	Beau	S.
25	747,31	+22,0		747,75	+22,4		748,73	+23,5		750,80	+18,1		+23,9	+15,9	Nuageux	S. E.
26	752,32	+21,2		751,75	+24,1		751,07	+24,2		752,76	+17,1		+26,2	+13,5	Très-nuageux	E. S. E.
27	754,16	+21,3		754,07	+22,9		753,51	+24,0		754,56	+18,0		+25,0	+14,1	Couvert	S. E.
28	756,30	+21,8		756,01	+24,9		755,53	+25,6		755,94	+19,5		+27,2	+14,3	Couvert	S. E.
29	756,70	+20,2		756,61	+24,0		755,92	+24,8		756,55	+19,5		+26,9	+14,9	Couvert	S.
30	757,97	+19,1		757,47	+22,7		757,02	+23,1		758,23	+17,3		+24,8	+15,2	Nuageux	S. O.
31	759,74	+15,3		760,21	+18,3		760,33	+18,1		762,53	+13,6		+19,0	+13,5	Nuageux	N. O.
1	756,78	+23,1		756,00	+26,1		755,27	+27,3		755,84	+21,0		+29,2	+16,2	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.,
2	760,52	+24,2		759,98	+27,6		759,43	+28,3		759,80	+23,1		+30,7	+17,0	... Moy. du 11 au 20	Cour. 1,492
3	755,05	+21,6		754,72	+23,9		754,26	+25,0		754,92	+18,9		+26,5	+15,4	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 1,338
	757,37	+22,9		756,83	+25,8		756,26	+26,8		756,79	+21,0		+28,7	+16,2	.... Moyennes du mois....	+ 22,5

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 SEPTEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches expérimentales sur les produits sucrés du maïs; par* MM. SOUBEIRAN *et* BIOT.

« Dans un Mémoire dont il a été récemment rendu compte à l'Académie, M. le docteur Pallas avait annoncé que les tiges de maïs, qui ont été dépouillées de leurs fleurs femelles à l'époque de la fécondation, contiennent finalement plus de sucre que celles où ces fleurs, abandonnées à leur développement naturel, ont produit des épis garnis de grains. Quoique ce résultat semblât conforme à toutes les analogies physiologiques, la Commission, ne l'ayant pas jugé suffisamment établi, chargea son rapporteur de le soumettre à des expériences précises; et elle désira que l'on mît à profit cette occasion pour apprécier exactement, s'il était possible, la nature, ainsi que la quantité absolue du sucre que les tiges de maïs contiennent dans ces deux états. Ce désir ayant été communiqué à M. de Mirbel, au milieu du printemps dernier, notre confrère voulut bien nous donner les moyens de le remplir, en faisant semer au Jardin du Roi quelques planches de maïs de variétés diverses, qu'il confia aux soins intelligents de M. Neumann, jardinier en chef des serres, pour être traitées com-

parativement, comme l'avait indiqué M. Pallas, et être mises ensuite à notre disposition. En effet, lorsque les organes des deux sexes se furent développés, on enleva les fleurs femelles sur la moitié à peu près des tiges, et on les laissa subsister sur les autres, entremêlées parmi les précédentes; de manière à rendre toutes les circonstances étrangères à la castration aussi exactement comparables que possible, dans les deux cas. Ayant visité les planches peu de temps après, je recommandai l'extraction successive de tous les épis adventifs qui pourraient se développer subsidiairement dans les tiges châtrées, et je m'assurai depuis qu'on l'avait effectuée avec beaucoup de soin. Enfin, le 10 août dernier, ayant visité de nouveau les planches avec M. Neumann, nous reconnûmes qu'il était temps de procéder aux expériences comparatives. Les tiges châtrées, généralement moins vigoureuses que les autres, paraissaient avoir atteint le maximum de leur accroissement. Les feuilles inférieures commençaient à jaunir, ce qui, d'après les expériences antérieurement faites sur le blé et le seigle, annonce que les tiges ont déjà tiré de ces feuilles une alimentation à laquelle les racines ne suffisent plus. De grosses excroissances pleines de filaments noirs, semblables, pour l'aspect, au charbon du blé, s'étaient développées sur un assez grand nombre des plaies qu'on avait faites en enlevant les fleurs à épis; et il fut décidé qu'une première expérience comparative serait faite trois jours plus tard, c'est-à-dire le 13 août.

» Mais, pour y procéder avec quelque espérance de succès, il fallait avoir des appareils d'extraction dont j'étais dépourvu; et leur emploi, ainsi que le traitement judicieux de sucs si faciles à s'altérer, exigeaient des connaissances pratiques qui me manquent absolument. Il n'était pas moins nécessaire aussi que les opérations fussent conduites avec une intelligence des procédés chimiques qui en éclairât les détails. J'ai heureusement trouvé tous ces secours dans le Directeur de la Pharmacie centrale, M. Soubeiran, dont le talent et le savoir sont bien connus de l'Académie. Sa collaboration bienveillante convenait d'autant mieux à mon but, que ce chimiste a déjà fait un excellent usage des procédés optiques pour ses intéressantes recherches sur les sucres et sur les huiles essentielles. De sorte que nous pouvions parfaitement nous entendre sur ce qu'il faut demander à ces procédés, et sur la confiance que l'on peut accorder à leurs indications, quand on se borne à en tirer tout ce qu'elles contiennent, mais rien au delà. J'ai ainsi beaucoup à me féliciter de ce qu'il a bien voulu s'associer efficacement à moi pour ce travail, dans lequel, désormais, je n'aurai plus rien à dire qu'en notre nom commun

» Nous avons fait beaucoup plus d'expériences que nous n'aurons besoin d'en décrire; et nous ne les présenterons pas non plus dans l'ordre de succession suivant lequel elles ont été faites, mais dans l'arrangement logique le plus propre à prouver les résultats que nous avons voulu établir. Ces résultats comprennent la solution des trois questions suivantes :

» 1°. Les tiges de maïs châtré contiennent-elles plus, autant, ou moins de sucre que celles qui ont conservé leurs épis, ayant déjà leurs grains formés et pleins à l'époque ou nous les comparons?

» 2°. Quelle est la nature de ce sucre? est-il homogène ou mélangé?

» 3°. En quelle proportion existe-t-il dans le suc immédiatement extrait des tiges?

» La première question n'exigeait qu'une expérience comparative; c'est par elle qu'on a commencé.

» Le 13 août, de grand matin, un de nous est allé, avec M. Neumann, couper, dans une même planche, un nombre à peu près égal de tiges de maïs châtrées et non châtrées, toutes parfaitement saines. Ce maïs était de la variété qu'on appelle *cendrée*. La planche où il avait végété avait été fumée avec un engrais artificiel, composé principalement de sang desséché.

» On porta le tout immédiatement à la Pharmacie centrale, et l'on commença aussitôt les opérations. Les tiges châtrées furent d'abord dépouillées de leurs feuilles latérales, dont on enleva aussi les gaînes enveloppantes, de manière à isoler le tuyau central. Ces tuyaux furent alors passés dans un appareil à cylindre garni de lames coupantes, puis dans un moulin à noix, qui les convertit en pulpe dont on prit le poids. On soumit ensuite cette pulpe à l'action d'une presse hydraulique très-puissante; et, pesant le marc, on connut le poids du suc qui en était sorti. Les tiges non châtrées, soigneusement séparées de leurs épis, furent traitées aussitôt après de la même manière. Voici les résultats qu'on obtint :

	TIGES châtrées.	TIGES non châtrées.
Poids de la pulpe employée, en kilogrammes.......	3k700	3k555
Poids du marc pressé	1,447	1,298
Poids du suc extrait conclu......................	2,253	2,257
Proportion pondérale du suc dans la pulpe........	0,60893	0,63577

» Les tiges non châtrées se montrèrent ainsi un peu plus abondantes en suc que les autres. Aussi paraissaient-elles moins sèches et plus vigoureuses. Toutefois la différence doit être réellement un peu moindre que ne l'indiquent ces nombres; parce que, la pulpe des tiges châtrées ayant passé la première au moulin et à la presse, une petite portion de leur suc a dû rester sur les surfaces des appareils, déperdition qui n'a pas eu lieu pour celles qui leur ont succédé.

» Ces sucs étaient légèrement acides au papier de tournesol. Comme ils s'altèrent rapidement au contact de l'air, et que cet effet était surtout à craindre par la haute température qui régnait alors, on les a traités, aussitôt après leur extraction, comme on traite le jus de la canne dans les sucreries. On les a saturés à froid avec un peu de chaux, puis chauffés doucement jusqu'à l'ébullition dans des bassines d'argent. Ce que l'on appelle l'albumine végétale s'est coagulé ou précipité. On l'a séparée complétement par le filtrage à travers des papiers, ce qui s'est fait avec facilité; et l'on a obtenu des liquides limpides, colorés en brun jaunâtre, que l'on a soumis aussitôt aux épreuves optiques. Mais, comme cette teinte est, de toutes, la plus défavorable pour ce genre d'expériences, on a rendu la comparaison des deux sucs plus facile, et non moins exacte, par l'opération suivante. On a imbibé avec chacun d'eux des petites quantités à peu près égales de charbon animal bien purifié, que l'on a ensuite employées comme filtres, dans des tubes de verre à bec effilé, à peu près égaux; puis on a fait passer à travers ces filtres des quantités sensiblement égales de chaque espèce de suc. On a obtenu ainsi des liquides complétement incolores, qui n'avaient reçu aucune addition de matière étrangère, et qu'on a pu observer dans des tubes plus longs, ou dans le même tube avec plus d'exactitude, en restant à peu près aussi exactement comparables que les sucs primitifs. C'est ce que confirme la très-petite diminution des densités, qui ont été exactement mesurées, pour chacun des deux sucs, dans ces deux états. Les résultats de ces observations se trouvent rassemblés dans les tableaux suivants, où les valeurs des déviations résultent d'une moyenne entre plusieurs déterminations indépendantes les unes des autres.

Sucs clarifiés non décolorés. — TABLEAU A, 13 août 1842.

NATURE du suc observé.	Sa densité comparativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube d'observation, exprimée en millimètres. l	COULEUR du liquide vu à travers le tube.	AZIMUT d'évanouissement de l'image extraordinaire; intermédiaire entre ses limites de disparition et de réapparition. α	RAPPORT de la seconde déviation à la première.	REMARQUES DIVERSES.
Tiges châtrées....	1,0685	148	Jaune brunâtre.	+11°9	"	Pour ces observations, comme pour toutes celles qui suivent, on a déterminé avec soin, par des expériences préalables, l'azimut de disparition de l'image extraordinaire dans la transmission directe.
Tiges non châtrées.	1,0608	148	Jaune brunâtre.	+ 8,4	0,705	

Les mêmes sucs clarifiés et décolorés. — TABLEAU B, 13 août.

NATURE du suc observé.	Sa densité comparativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube d'observation, exprimée en millimètres. l	COULEUR du liquide vu à travers le tube.	AZIMUT dans lequel l'image extraordinaire prend la teinte violet bleuâtre ou gris de lin, qui suit immédiatement le bleu et précède le rouge jaunâtre. α	RAPPORT de la seconde déviation à la première.	REMARQUES DIVERSES.
Tiges châtrées....	1,06721	148	Incolore.	+12°90	"	
Tiges non châtrées.	1,05566	148	Incolore.	+ 9,56	0,741	

» Si l'on voulait supposer *à priori* que la substance douée du pouvoir rotatoire est la même dans les deux sucs, ce que nous devrons ultérieurement examiner, on voit qu'elle serait plus abondante dans le suc des tiges châtrées, comme l'avait soupçonné M. Pallas. En effet, dans cette hypothèse d'identité, le rapport des proportions, à volume égal de liquide, serait le même que celui des déviations, c'est-à-dire, en moyenne, de 100 à 72, puisque les deux sucs sont observés dans des tubes d'égale longueur. Mais on voit aussi que ce rapport est tout autre que celui des densités, et ne peut nullement s'en conclure, même par approximation, à cause des matières étrangères à la substance active qui se trouvent ici mêlées avec elle dans les deux solutions comparées. Ainsi, par exemple, les densités de l'une et de l'autre sont beaucoup plus fortes que ne seraient celles de deux solutions de sucre de cannes, ayant un pouvoir de déviation égal.

» Mais cette substance active est-elle du sucre de cannes pur ou mélangé? C'est la seconde question que nous nous sommes proposé de résoudre. Pour cela, nous avons soumis nos deux liquides à l'épreuve de l'inversion par les acides.

» Un de nous (M. Biot) a, depuis longtemps, constaté que tous les acides introduits dans une solution de sucre de cannes intervertissent le sens de son pouvoir rotatoire, et le font passer de droite à gauche. Il a déterminé, par de nombreuses expériences, les lois suivant lesquelles ce phénomène s'accomplit, selon la nature de l'acide, sa proportion dans le mélange, le temps pendant lequel on le laisse agir, et la température à laquelle son action s'exerce. Ces recherches n'ont pas encore été publiées, mais ceci est une occasion qui en fait un devoir, et elles seront prochainement soumises à l'Académie. Pour le moment, nous allons leur emprunter les résultats dont nous avons besoin.

» Lorsqu'on introduit à froid, dans une solution aqueuse de sucre de cannes cristallisable, une dose quelconque d'acide hydrochlorique ou sulfurique, avec les ménagements nécessaires pour que leur action ne s'exerce pas brusquement sur quelques portions isolées de la solution, de manière à les charbonner, mais se propage à la fois dans toute la masse sans la colorer immédiatement, on trouve toujours que la déviation, primitivement exercée vers la droite, s'affaiblit par degrés, puis s'intervertit et arrive, plus tôt ou plus tard, à atteindre vers la gauche un certain maximum qui, pour chaque acide, est dans une proportion constante avec la déviation primitive, l'une et l'autre étant mesurées pour un même rayon lumineux, dans une longueur de trajet égale, et pour un degré égal de dilution. Avec l'acide hydrochlorique, des doses même médiocres, telles que $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{11}$ du volume, suffisent pour opérer ce maximum d'inversion en quelques heures. Un ou deux jours de plus n'y ajoutent rien. Mais un contact plus prolongé commence à colorer la solution en jaune, et dès lors la déviation intervertie devient progressivement plus faible, jusqu'à ce qu'enfin le mélange cesse d'être transparent. Dans les observations faites avec cet acide, sur les mélanges incolores, si l'on prend pour type commun la teinte extraordinaire bleue violacée qui forme la transition presque brusque du bleu foncé au rouge jaunâtre, lorsqu'on tourne graduellement le prisme analyseur autour du rayon transmis, la déviation intervertie, parvenue à son maximum, est généralement $\frac{38}{100}$, ou 0,38 de la déviation primitive, l'une et l'autre étant mesurées à un degré d'épaisseur et dilution égal, ou ramenées à cette condition par le calcul. Avec l'acide sulfu-

rique, ce rapport d'inversion, appliqué à la même teinte de passage, paraît être un peu plus fort; les expériences le donnent en moyenne égal à 0,3867. Le progrès de l'inversion pour ce second acide est plus lent que pour l'hydrochlorique, à moins qu'on n'élève artificiellement la température jusqu'à 60° ou 70°, auquel cas le maximum d'inversion se produit presque instantanément, le mélange ne cessant pas d'être incolore. Les nombres que l'on vient de rapporter pour les deux acides sont des moyennes entre les expériences faites sur des échantillons de sucre de cannes réputés très-purs, mais qui, sans doute, ne pouvaient pas l'être rigoureusement; et les petites différences que présentaient entre eux les résultats partiels pouvaient légitimement s'attribuer au défaut d'identité absolue, qu'il est impossible d'obtenir dans ces échantillons quand ils proviennent de fabrications diverses.

» Aucune matière sucrée différente du sucre de cannes n'intervertit son pouvoir rotatoire sous l'influence des acides. Même dans les circonstances que nous venons de spécifier, ce pouvoir y conserve une intensité constante. Seulement, lorsque certaines variétés de sucre de fécule sont maintenues longtemps en ébullition dans l'eau, en présence de l'acide sulfurique, leur pouvoir, toujours dirigé vers la droite, éprouve plusieurs périodes d'affaiblissement brusques, qui l'amènent enfin à un certain minimum où l'acide ne le modifie plus; mais le sens de la déviation reste toujours le même. On a, il est vrai, un exemple d'inversion dans la gomme d'acacia, dont le pouvoir, primitivement dirigé vers la gauche, passe à droite sous l'influence de l'acide sulfurique, avec un abandon progressif de matière précipitable. Mais, indépendamment de ce dernier phénomène, le sens absolu des déviations directe et intervertie distinguent suffisamment ces effets. Ainsi, en résumé, le sucre de cannes cristallisable est la seule substance connue dont le pouvoir rotatoire passe de droite à gauche sous l'influence des acides froids, et s'arrête aux rapports d'inversion assignés plus haut pour ceux que nous avons désignés, sans que les solutions où cette modification s'opère manifestent aucun changement appréciable dans leur état physique apparent.

» Nous avons, en conséquence, fait subir cette épreuve à nos sucs de maïs décolorés. Mais l'expérience ne put être effectuée que le lendemain de leur extraction; et, quoiqu'on les eût gardés dans une cave très-fraîche, comme ils s'altèrent avec beaucoup de rapidité, nous avons eu soin d'observer de nouveau les déviations qu'ils exerçaient, au moment où nous allions y introduire l'acide. Les résultats de ces mesures sont contenus dans

le tableau suivant, et la dernière colonne les présente réduits à une même longueur de tube, pour les rendre immédiatement comparables.

Reprise des sucs clarifiés et décolorés. — TABLEAU C, 14 août.

NATURE du suc observé.	Sa densité supposée la même que la veille. δ	LONGUEUR du tube d'observation, en millimètr. l	COULEUR du liquide vu à travers le tube.	AZIMUT de passage du violet bleuâtre, observé. α	RÉDUCTION à la longueur de 350mm par la loi de proportionnalité.	AZIMUT de déviation du violet bleuâtre dans 350mm.	RAPPORT de la seconde déviation à la première, pour une même longueur de tube.
Tiges châtrées....	1,06721	350,6	Incolore.	+29°	−0°,05	+28°,95	
Tiges non châtrées.	1,05566	347,6	Incolore.	+22	+0,15	+22,15	0,76

» Le rapport des déviations à longueur égale est presque le même que la veille : mais leurs valeurs absolues ont toutes deux éprouvé un très-petit affaiblissement. Car, si on les réduit l'une et l'autre à la longueur commune de 148 millimètres, où on les avait alors observées, on trouve par la première 12°,24 au lieu de 12°,90; et par la seconde, 9°,37 au lieu de 9°,56 que présente le tableau du 13. Cela tient à ce que ces deux liqueurs, quoique gardées au frais depuis la veille, avaient sans doute déjà subi un très-faible commencement de fermentation, qui, sans les avoir sensiblement troublées, avait dû cependant intervertir une petite portion du sucre de cannes cristallisable qu'elles contenaient; et, par suite, la déviation résultante se trouvait affaiblie d'une quantité presque exactement égale à $\frac{14}{10}$ de ce que produisait primitivement la portion modifiée. Nous ne faisons toutefois cette remarque que pour montrer la sensibilité du procédé indicateur; car nous ne croyons pas nécessaire, pour notre but, de tenir compte d'un effet si faible. En conséquence nous réunirons les mesures des deux jours, comme suffisamment comparables. Faisant donc la somme des déviations et celle des longueurs des tubes, cette dernière sera 148 + 350 ou 498; de sorte qu'en ajoutant de part et d'autre $\frac{2}{498}$ ou $\frac{1}{249}$, nous aurons les déviations moyennes réduites à la longueur commune de 500 millimètres. Comme ces résultats nous serviront plus tard d'éléments de calcul, nous les placerons ici en tableau.

Résultats moyens des observations faites les 13 et 14 août sur les sucs clarifiés et décolorés. — TABLEAU D.

NATURE des sucs.	Leur densité comparativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube en millimètres. l	COULEUR du liquide vu à travers le tube.	AZIMUT de passage du violet bleuâtre.	RAPPORT de la seconde déviation à la première.
Tiges châtrées.....	1,06721	500	Incolore.	+ 42°02	"
Tiges non châtrées.	1,05566	500	Incolore.	+ 31,84	0,757

» Lorsque nous emploierons ces déviations moyennes pour calculer les quantités absolues de sucre cristallisable qui y correspondent, il faudra nous rappeler qu'elles doivent être un tant soit peu moindres que celles des sucs primitifs au moment même de leur extraction; d'où il suit que les quantités ainsi conclues seront plutôt un peu au-dessous qu'au-dessus de la réalité; or c'est là un sens d'erreur que la prudence conseille de choisir.

» Prenant donc nos deux liqueurs dans ce nouvel état, d'ailleurs si peu différent du premier, on a mêlé chacune d'elles avec des quantités d'acide hydrochlorique fumant, telles que chaque volume primitif égal à 40$^{cc.}$ est devenu exactement 45$^{cc.}$, après la mixtion immédiate. Ainsi, par la seule conséquence de cette dilution, les déviations primitives ont dû s'affaiblir dans le rapport de $\frac{40}{45}$ ou devenir moindres de $\frac{1}{9}$, indépendamment de toute action de l'acide. La marche progressive de l'inversion a été observée avec soin, surtout pour le suc des tiges châtrées, où elle a pu être suivie le même jour dans toutes ses phases. Son maximum, observé après quatre ou cinq heures de contact, dans un tube de verre ayant 146 millimètres de longueur, a été fixé à — 4°,25 par une moyenne entre plusieurs mesures indépendantes les unes des autres. Cette même phase pour le suc des tiges non châtrées a été évaluée à — 2°,40 dans un tube de 150^{mm},9. On n'a pu l'observer que le lendemain 15, à 10 heures du matin; mais, avec la dose d'acide employée, le contact pourrait être prolongé un ou deux jours de plus sans affaiblissement sensible. En prenant ces données *pour exemple numérique*, le rapport d'inversion s'établirait pour les deux sucs comme on le voit dans le tableau suivant.

TABLEAU E.

	TIGES châtrées.	TIGES non châtrées.
Déviation primitive observée à l'œil nu dans 350^{mm}, Tableau C..........	+ 28°95	+ 22°15
Déviation correspondante par proportionnalité dans un tube de 150^{mm}....	+ 12,407	+ 9,493
A retrancher pour la dilution opérée par l'acide $\frac{1}{9}$....................	− 1,379	− 1,055
Déviation primitive pour 150^{mm} dans l'état de dilution de la solution acide.	+ 11,028	+ 8,438
Déviation intervertie observée et réduite à 150^{mm}, par proportionnalité....	− 4,366	− 2,388
Rapport d'inversion conclu..	− 0,396	− 0,283

» Si l'on pouvait se fier à ces nombres, il en faudrait conclure que, dans les tiges châtrées, la substance active était du sucre de cannes presque pur mêlé avec une très-petite quantité de matière non intervertible, exerçant la rotation à gauche; tandis que, dans les tiges non châtrées, ce même sucre se trouvait mêlé à une proportion plus notable de matière non intervertible, exerçant la rotation vers la droite. Mais la petitesse des déviations interverties rendrait ces conclusions trop peu certaines, sinon pour le sens, qui est indubitable, du moins pour l'évaluation des quantités absolues, parce que les erreurs des mesures observées en deviennent proportionnellement plus influentes. C'est pourquoi, prenant ces premiers nombres intervertis comme de simples indications, nous avons fait de nouvelles expériences ayant spécialement pour but de fixer le rapport d'inversion, et par suite la proportion de sucre cristallisable, avec plus de rigueur que celles-ci n'en pouvaient donner; et nous les avons conservées seulement pour les mesures des déviations primitives, qui s'y trouvaient observées dans des circonstances parfaitement comparables, à deux reprises différentes, dont le tableau D présente les résultats moyens.

» Mais déjà ces premiers sucs ne pouvaient nous servir pour cette nouvelle recherche, parce que, malgré toutes les précautions de conservation que l'on avait prises, leur réaction sur eux-mêmes avait commencé à les altérer dans les flacons bouchés qui les contenaient. Sous cette influence, favorisée par l'extraordinaire élévation de la température ambiante, ils s'étaient troublés, et ils avaient fini par prendre l'apparence d'une sorte de gelée ou d'empois blanc. En y mêlant alors de grandes doses d'alcool, on en

a séparé, par précipitation, une matière blanche, filamenteuse, analogue pour l'aspect à un byssus; et, en filtrant le mélange à travers des papiers, on a obtenu un liquide limpide, incolore, qui, rapproché ensuite au bain-marie à peu près jusqu'à la densité primitive, s'est conservé sans aucune altération apparente pendant dix ou douze jours. En le soumettant aux épreuves optiques, on a reconnu qu'il avait un pouvoir de déviation très-notable dirigé vers la gauche. Ainsi, comme on pouvait s'y attendre, ces sucs avaient éprouvé une fermentation spontanée qui avait interverti le pouvoir rotatoire primitif du sucre qu'ils contenaient, peut-être en en détruisant une partie. Car c'est encore là une des propriétés spéciales du sucre de cannes, que la fermentation intervertit son pouvoir comme les acides; tandis que toutes les autres matières sucrées ne font que se décomposer progressivement sous son influence, en conservant le sens de leur pouvoir rotatoire primitif.

» Ces résultats montraient que, pour obtenir des liquides permanents, sur lesquels on pût répéter à loisir les observations des déviations directes et interverties, il fallait débarrasser, au moins en grande partie, les sucs de leur ferment naturel, en les traitant par l'alcool aussitôt après leur défécation. Ce procédé a très-bien réussi. Ces mélanges alcooliques, séparés de la matière précipitable, ont été distillés au bain-marie autant qu'il était nécessaire pour leur enlever la plus grande partie de leur alcool, qui d'ailleurs n'avait pas d'autre inconvénient pour les observations optiques que la dilution qu'il occasionnait. On a obtenu ainsi des liquides qui se sont parfaitement conservés pendant plusieurs jours sans éprouver d'altération sensible dans leur pouvoir rotatoire; et ils ont offert encore cet avantage que la plupart d'entre eux, même presque tous, ne donnaient plus de précipité par l'acide sulfurique, comme faisaient les sucs naturels, ce qui a permis d'employer cet acide comparativement avec l'hydrochlorique pour les expériences d'inversion auquel on les soumettait.

» Nous avons dû toutefois préalablement examiner si la matière précipitée ne contenait pas en elle-même, ou n'aurait pas entraîné dans sa précipitation, quelque portion sensible de substance soluble douée de pouvoir rotatoire qui aurait contribué, pour sa part propre, dans les déviations totales exercées par les sucs naturels. Pour cela nous l'avons tenue quelque temps à l'ébullition avec une grande proportion d'eau; puis nous avons rapproché l'extrait au bain-marie, après l'avoir filtré, et nous l'avons soumis aux épreuves optiques. Nous y avons reconnu des indices certains d'un pouvoir rotatoire très-faible qui s'exerçait vers la droite, et que l'acide

hydrochlorique n'intervertissait pas. Ces caractères indiquaient donc une excessivement petite quantité de sucre analogue à celui de fécule que le précipité aurait entraîné avec lui en se formant. Mais les effets observés, quoique certains, étaient si faibles, que nous avons cru pouvoir très-légitimement en faire abstraction, comparativement aux différences que les sucs eux-mêmes nous ont présentées, dans les diverses agglomérations de tiges que nous avons successivement essayées. Une seule fois il est arrivé que l'extrait ainsi retiré de la matière précipitable bleuissait par l'iode; mais il nous a semblé que cette particularité accidentelle pouvait très-bien provenir de quelque embryon d'épis presque imperceptible qu'on aurait laissé par mégarde dans les nœuds des tiges en les dépouillant de leurs feuilles. Toutefois, suivant Avequin, le jus de la canne à sucre, traité de même, par l'alcool, donne aussi un précipité blanc, colorable en bleu par l'iode; nous ignorons quel rapport il peut y avoir entre ces deux résultats (1).

» C'est donc à ces liquides ainsi purifiés que nous avons appliqué les acides, soit l'hydrochlorique, soit le sulfurique, pour intervertir leur pouvoir rotatoire, et en conclure, comme nous l'expliquerons tout à l'heure, la proportion de sucre cristallisable qu'ils contenaient, afin de la transporter ensuite aux sucs primitifs. Les expériences d'inversion se calculent comme il a été expliqué dans le tableau E. Les déviations primitives α, observées dans un tube de la longueur l, se réduisent d'abord, par proportionnalité, à la longueur l', dans laquelle le mélange acide a été observé. La déviation α', ainsi calculée, est ensuite affaiblie suivant le rapport de dilution que la liqueur primitive a éprouvé quand on l'a mêlée avec l'acide; et la nouvelle déviation α'' qui en résulte est conséquemment celle que la liqueur primitive produirait dans le tube l', avec ce même degré de dilution, par exemple, si on l'avait étendue dans ce même rapport avec de l'eau pure. On observe alors la déviation intervertie α'''; et le quotient $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$ est le rapport d'inversion qui, étant comparé à sa valeur pour le même acide, dans les solutions de sucre de cannes entièrement cristallisable, donne la propor-

---

(1) Le Mémoire d'Avequin où cette observation se trouve consignée, a été publié dans le *Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie,* 1[re] série, tome II, pages 26 et 132. Nous indiquons les pages, parce que le sujet de ce travail n'est pas du tout mentionné dans la table des matières, et l'est incomplétement à la table des noms d'auteurs.

tion de la rotation primitive due à ce sucre dans la liqueur soumise à l'observation.

» La détermination comparative des déviations directe et intervertie n'offre aucune difficulté quand les liqueurs observées sont incolores. Elles se fixent par l'azimut dans lequel se forme l'image extraordinaire dont la teinte violet bleuâtre marque le passage presque brusque du bleu sombre au rouge jaunâtre, de sorte qu'elle devient extrêmement aisée à reconnaître par cette opposition. Quand la déviation est très-faible, l'image extraordinaire devient d'une intensité insensible ou presque insensible dans cet azimut, ce qui rend sa détermination exacte tout aussi facile, en prenant une moyenne entre les azimuts où s'opèrent sa disparition et sa réapparition. Quand les liqueurs qu'on observe sont colorées, il faut déterminer les déviations avec un verre rouge, pour les rendre toutes comparables, à moins qu'on n'y supplée par d'autres artifices qui seront décrits ailleurs. Mais nous mentionnons seulement ce second procédé, n'ayant pas eu besoin d'y recourir.

» Ces explications feront aisément comprendre les tableaux F, G, ci-joints. Nous avons principalement multiplié les expériences sur les sucs des tiges châtrées, parce qu'étant beaucoup plus riches en matière active que celles qui ont porté des épis, il y avait un intérêt d'autant plus grand à savoir en quoi cette matière consiste. Toutefois la presque égalité du rapport d'inversion obtenu montre qu'elle est, sinon absolument identique, du moins très-peu différente dans les unes et dans les autres. Nous rapportons isolément les résultats des expériences successives faites à différents jours, et sur des paquets de tiges divers, qui en contenaient tous plusieurs kilogrammes. Une partie des différences que présentent les rapports d'inversion doivent être attribuées, sans aucun doute, à la dissimilitude occasionnelle des éléments employés. Car on comprend bien qu'ils peuvent, qu'ils doivent même varier, par le progrès du temps, comme aussi par la diversité des circonstances spéciales dans lesquelles chaque tige a végété.

Expériences d'inversion faites sur les sucs extraits des tiges de maïs par la pression, puis déféqués, traités par l'alcool, rapprochés au bain-marie et décolorés. — TABLEAUX F ET G.

NATURE du liquide observé, avec l'indication de l'époque de son extraction.	Sa densité, celle de l'eau distillée étant prise pour unité. δ	LONGUEUR du tube dans lequel il a été observé primitivement, exprimée en millimèt. l	AZIMUT de déviation de la teinte extraordinaire bleu violacé ou violet bleuâtre. α	LONGUEUR du tube dans lequel le mélange acide a été observé, exprimée en millimèt. l'	DÉVIATION de la teinte bleu violacé transportée dans cette liqueur par la loi de proportionnalité. α'	NATURE de l'acide introduit dans la liqueur primitive.	PROPORTION de dilution de la liqueur primitive dans ce mélange.	DÉVIATION produite par la liqueur primitive dans le tube l' à cet état de dilution. α''	DÉVIATION intervertie observée dans cette même longueur α'''	RAPPORT d'inversion conclu. $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$	RAPPORT d'inversion imprimé par le même acide au sucre de cannes pur, cristallisable.	REMARQUES diverses.
Suc des tiges chatrées.												
1842. Août 14.......	1,05619	522,0	+34°25	289,0	+18°96	sulfurique	$\frac{8}{9}$	+16°86	— 6°00	—0,3559	—0,3867	
19.......	1,05980	519,0	38,50	289,0	21,44	sulfurique	$\frac{8}{9}$	19,06	— 6,4	—0,3358	—0,3867	
19.......	1,05106	520,5	34,25	289,0	19,02	sulfurique	$\frac{8}{9}$	16,90	— 5,3	—0,3135	—0,3867	
24.......	1,05106	520,5	34,25	501,5	33,0	sulfurique	$\frac{8}{9}$	29,67	—10,53	—0,3551	—0,3867	
24.......	1,05106	520,5	34,25	501,5	33,0	sulfurique	$\frac{8}{9}$	29,67	—10,24	—0,3452	—0,3867	
Rapport moyen d'inversion pour le suc de maïs châtré............										—0,3411	—0,3867	
Suc des tiges non châtrées.												
1842. Mélanges des deux sortes. Août 24.	1,07763	525,5	+59,75	289,0	+32,86	hydrochlorique	$\frac{18}{11}$	+29,87	—10,10	—0,3381	—0,3800	Très-peu de tiges châtrées mêlées aux non châtrées.
24.	1,07763	525,5	59,75	501,5	57,02	sulfurique	$\frac{118}{138}$	50,26	—15,80	—0,3143	—0,3867	
Non châtrées seules.												
Septembre 8.	1,12573	518,0	58,50	501,5	56,64	hydrochlorique	$\frac{18}{11}$	51,49	—18,00	—0,3496	—0,3800	Grains mûrs.
Rapport moyen d'inversion pour le suc des tiges de maïs non châtrées..............										—0,3340	—0,3822	

» Pour tirer parti de ces résultats, nous leur appliquerons le mode de calcul qu'un de nous a depuis longtemps employé pour des expériences semblables. La déviation directe α'' et l'intervertie α''' étant rapportées à la même longueur de tube, et au même état de dilution, soit $-r''$ le rapport d'inversion qui en résulte, en sorte que α''' soit égal à $-r''\alpha''$. Nommons r' la valeur que devrait offrir ce rapport dans une solution qui ne contiendrait que du sucre de cannes cristallisable, à laquelle le même acide aurait été appliqué. Ceci convenu, désignons par S la portion de la rotation totale α'', qui est due à cette espèce de sucre; et nommons D le reste de cette rotation totale qui est produite par un sucre non intervertible. D devra être employé comme additif à S, par conséquent comme positif, si ce sucre complémentaire agit dans le même sens que le cristallisable, c'est-à-dire vers la droite de l'observateur; et il sera au contraire négatif, si ce sucre agit vers la gauche. Mais on va voir que le calcul donnera à la fois son signe et sa valeur. D'après cela, α'' sera généralement la somme algébrique des deux déviations S et D; mais la déviation intervertie α''' ou $-r''\alpha''$ résultera de S, devenu $-r's$ par inversion, et de D conservant la même valeur que précédemment. On aura ainsi les deux équations suivantes :

Avant l'inversion...... $S + D = \alpha''$,
Après l'inversion...... $-r's + D = -r''\alpha''$;

d'où l'on tire, par l'élimination,

$$S = \left(\frac{1 + r''}{1 + r'}\right)\alpha''; \qquad D = \left(\frac{r' - r''}{1 + r'}\right)\alpha'';$$

ce qui détermine séparément les deux inconnues S et D.

» En appliquant ces formules à nos expériences sur le suc des tiges châtrées, on aura pour données

$$r' = 0,3867, \qquad r'' = 0,3411;$$

et il en résulte

$$S = \frac{1,3411}{1,3867}\alpha'' = \alpha'' - 0,032884.\alpha'', \qquad D = +0,032884.\alpha'',$$

c'est-à-dire que, sur 100° de déviation vers la droite produite par une des solutions primitives, il y en aurait 96°,71 qui seraient dus à du sucre de

cannes cristallisable, et seulement 3°,29 qui seraient opérés par un sucre non intervertible, exerçant la déviation à droite comme le sucre de fécule ordinaire. La composition même de la formule algébrique montre la délicatesse du procédé, en ce que les petites erreurs que l'on peut commettre sur la détermination expérimentale du rapport d'inversion r'' n'entrent dans S et dans D qu'affectées du dénominateur $1 + r'$, lequel est nécessairement plus grand que 1.

» Ces résultats prouvent donc que le sucre de cannes existe presque pur dans nos sucs de maïs châtré, et qu'il n'y est associé qu'à une très-petite proportion de sucre non cristallisable, analogue à celui de fécule, pour sa résultante d'action. La même conséquence s'applique évidemment au suc du maïs non châtré, puisque la valeur du rapport d'inversion y est à peu près pareille. En effet, pour celui-ci on a

$$r' = 0,3822, \qquad r'' = 0,3340.$$

Ce qui donne pour ce suc

$$S = \frac{1,3340}{1,3822} \cdot \alpha'' = \alpha'' - 0,034872\,\alpha'', \qquad D = +0,034872\,\alpha''.$$

C'est-à-dire que sur 100° de rotation primitive, il y en aurait 96°,51 qui seraient dus à du sucre de cannes cristallisable, et 3°,49 à du sucre non intervertible analogue à celui de fécule, pour sa résultante d'action. Ces nombres sont presque les mêmes que nous avons obtenus pour les tiges châtrées, et ils n'en diffèrent que par des fractions trop petites pour que l'on puisse en répondre.

» Appliquons la première expression de S à la déviation totale que nous avons obtenue pour le suc immédiatement extrait des tiges châtrées. Dans le tableau D, cette déviation, calculée pour une épaisseur de 500^{mm}, est 42°,02. C'est la valeur de α'' pour cette espèce de suc. Multipliant donc la fraction 0,032884 par 42°,02, le produit sera 1°,38, en négligeant les millièmes, comme nous l'avons fait toujours. Cette quantité, retranchée de α'' ou de 42°,02, donnera S; on aura donc

$$S = +40°,64, \quad \text{et par suite} \quad D = +1°,38.$$

La valeur de S est la portion de la déviation totale qui est produite, dans une longueur de 500^{mm}, par le sucre de cannes cristallisable contenu dans le suc extrait du maïs châtré; et D est la portion de cette même déviation totale qui est produite par le sucre non intervertible, analogue à celui de fécule, qui lui est associé.

» Si l'on applique de même la seconde expression de S et de D à la déviation $+ 31^\circ,84$ que le tableau D présente pour le suc extrait du maïs non châtré, cette déviation se décompose comme il suit :

$$S = + 30^\circ,73, \qquad D = + 1^\circ,11$$

La grande prédominance de S se manifeste ici comme dans le cas précédent, et à peu près dans le même rapport. Les valeurs absolues sont seules différentes, et toutes deux plus faibles que les premières, dans la proportion de 100 à 757, en tenant compte des dernières décimales ici négligées.

» Maintenant, quelle est la quantité absolue de sucre cristallisable que la déviation isolée S indique dans chacun de ces cas? On ne peut le savoir qu'en la comparant à des résultats d'expériences où cette même espèce de sucre a été observée dans des solutions qui la contenaient seule, et en proportion pondérale connue. L'un de nous (M. Biot) s'est occupé depuis longtemps d'un tel travail ; et, en y faisant concourir les relations théoriques propres à ce genre de phénomènes, il en a déduit la formule suivante, dont il publiera prochainement la démonstration.

» Nommons Δ la densité d'une solution incolore, dans laquelle le sucre de cannes cristallisable entre pour une proportion pondérale inconnue, soit seul, soit associé à d'autres substances quelconques, ayant ou n'ayant pas de pouvoir rotatoire propre. L'effet de cette solution sur un rayon blanc polarisé ayant été observé à travers un tube de la longueur L, concevons que, par l'expérience directe, si le sucre cristallisable y existe seul, ou par le procédé d'inversion, s'il est associé à d'autres substances actives non intervertibles, on soit parvenu à découvrir la déviation S que son action propre imprime à la teinte extraordinaire bleue violacée prise pour type. Alors, si l'on suppose S exprimé en degrés sexagésimaux, L en millimètres, et la densité Δ prise comparativement à l'eau distillée, à la température de 4° centésimaux, où chaque centimètre cube de ce liquide pèse 1 gramme, on aura ce qui suit :

Poids absolu en grammes du sucre cristallisable existant dans chaque centimètre cubique de la solution........ $1,4\,\frac{S}{L}$,

Poids dans 1 litre........ $1400\,\frac{S}{L}$,

Proportion pondérale de ce même sucre dans chaque unité de poids de la solution........ $1,4\,\frac{S}{L\Delta}$.

» Par exemple, pour le suc immédiatement extrait des tiges châtrées du maïs, nous venons de trouver tout à l'heure

$$\Delta = 1,0672, \quad S = +40^\circ,64, \quad L = 500;$$

la densité Δ est celle qui est mentionnée dans le tableau D. De ces données il résulte :

Poids absolu du sucre de cannes cristallisable existant dans 1 litre de ce suc. 113gr,79,
Proportion pondérale dans l'unité de poids 0,10663;

c'est-à-dire entre 10 et 11 pour 100 du poids du suc immédiatement extrait par la pression, puis déféqué et décoloré.

» En appliquant la même formule au suc extrait du maïs non châtré, la valeur de S, et les éléments du tableau D qui lui sont relatifs, fournissent les données suivantes :

$$\Delta = 1,05566, \quad S = +30^\circ,73, \quad L = 500,$$

et il en résulte :

Poids absolu de sucre de cannes cristallisable dans 1 litre.............. 86gr,04,
Proportion pondérale dans l'unité de poids 0,08153;

c'est-à-dire un peu plus de 8 pour 100 du poids du suc, préparé comme le précédent.

» Les tiges de maïs sur lesquelles nous avons fait nos expériences n'avaient pas, à beaucoup près, végété dans les circonstances les plus favorables à leur développement. Outre la sécheresse excessive de cet été, la castration avait évidemment nui beaucoup aux tiges qui l'avaient subie; d'autant qu'on les avait, en outre, coupées à leur sommet pour en retrancher les fleurs mâles, ce qui était inutile à notre but et accroissait la lésion qu'on leur faisait éprouver. Ces considérations peuvent donc faire très-légitimement présumer que la grande proportion de sucre cristallisable que nous y avons trouvée est beaucoup plutôt au-dessous qu'au-dessus de ce que la plante pourrait produire dans des circonstances plus favorables; et ce résultat nous paraît de nature à mériter l'attention des personnes qui s'occupent d'applications.

» Nous n'avons pas le désir de provoquer imprudemment l'industrie à tenter des voies nouvelles, mais nous ne devons pas non plus l'en détourner

par une timidité exagérée. Si le maïs pouvait être exploité avec succès, pour le sucre que ses tiges renferment, il aurait en agriculture de très-grands avantages sur la betterave. Celle-ci occupe la terre pendant toute la belle saison; et sa récolte coïncide de trop près avec les semailles d'hiver pour qu'on puisse lui faire succéder le blé avec profit, tant par l'emploi des attelages que son transport exige, que par le peu de temps qu'elle laisse pour préparer le sol à recevoir un nouvel ensemencement. Aussi sa culture en grand se fait-elle principalement aujourd'hui sur des terrains qui lui sont exclusivement réservés. Le maïs, au contraire, accomplit en quelques mois toutes les phases de sa végétation; sa récolte laisse encore après elle beaucoup de temps pour préparer le sol à recevoir les semailles d'hiver, et elle en laisserait encore plus si on l'exploitait pour la fabrication du sucre, puisqu'il faudrait alors l'enlever bien avant la maturation du grain. Il ne nous semble pas démontré que, pour ce but d'exploitation, l'enlèvement des fleurs femelles fût indispensable, ou même utile. Car, indépendamment du travail considérable que cette opération exigerait dans une grande culture, les plaies produites par la castration nous ont paru évidemment nuire au développement de la plante; et d'une autre part, la consommation du sucre opérée par l'épi est proportionnée au développement de ses grains: de sorte que si l'on coupait la tige peu après qu'ils sont formés, sans leur laisser le temps de grossir, on perdrait peut-être moins de sucre par leur alimentation qu'on n'en gagnerait par la conservation de la vigueur de la plante, et l'on s'épargnerait ainsi un travail à la fois difficile et coûteux. Mais quelques mesures de déviation, faites avant et après l'époque de la fécondation, sur les sucs des tiges châtrées et non châtrées, auraient bientôt décidé de ce point. Probablement encore, toutes les variétés de maïs ne sont pas également productives en sucre, et il conviendrait de les essayer comparativement. Enfin, et c'est là le point le plus important pour une spéculation industrielle, il faudrait examiner si les substances associées au sucre cristallisable dans le suc du maïs n'offriraient pas de trop grands obstacles à son épuration, ou si l'on pourrait vaincre ces obstacles. Car, outre la matière précipitable par l'alcool que nous avons reconnue dans le suc extrait par pression, et qui est peut-être fort complexe, outre la très-petite proportion de sucre de fécule incristallisable que nous y avons constatée, il pourrait y avoir aussi des mélanges neutres de ce même sucre avec du sucre incristallisable tournant à gauche, qui ne seraient pas perceptibles aux procédés optiques, quoiqu'ils pussent embarrasser la fabrication. Mais en associant ces procédés aux épreuves d'une chimie intel-

ligente, il nous semble que la récolte d'un hectare de terre semé en maïs serait bien plus qu'abondamment suffisante pour effectuer tous les essais que nous venons d'indiquer, et pour résoudre ainsi complétement la question industrielle, toute différente de la scientifique. Cette épreuve pourrait avoir des conséquences commerciales si importantes, que nous désirerions vivement qu'elle fût faite avec tous les soins qui la rendraient décisive, et qu'il est facile d'y apporter.»

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Méthode abrégée pour la recherche des lois suivant lesquelles la lumière se trouve réfléchie ou réfractée par la surface d'un corps transparent ou opaque; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Un Mémoire que j'ai offert à l'Académie dans les séances des 18 mars, 25 mars et 1^{er} avril 1839, contient une méthode générale propre à fournir les conditions relatives aux limites des corps dans les problèmes de physique mathématique. Dans d'autres Mémoires, que renferment les *Comptes rendus* des séances de la même année, ainsi que dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique,* j'ai appliqué la méthode dont il s'agit à la recherche des lois suivant lesquelles un rayon lumineux se trouve réfléchi ou réfracté par la surface de séparation de deux milieux isophanes. Mais il restait à montrer comment la méthode s'applique au cas où les milieux donnés cessent d'être isophanes. D'ailleurs il était à désirer que ces diverses applications fussent présentées sous une forme simple et presque élémentaire, de telle sorte que l'esprit des lecteurs peu familiarisés avec le calcul intégral pût aisément saisir les principes sur lesquels repose la théorie mathématique de la réflexion et de la réfraction. Tel est le double but que je me suis proposé dans un nouveau travail dont je vais donner le résumé en peu de mots.

» Dans le système des ondulations, les phénomènes lumineux résultent, comme l'on sait, de mouvements vibratoires propagés à travers un fluide lumineux ou éther dont les molécules agissent les unes sur les autres à de très-petites distances. En effet, les phénomènes s'expliquent très-bien lorsqu'on admet ces mouvements vibratoires, et qu'on les suppose semblables aux mouvements infiniment petits des systèmes de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle.

» Cela posé, considérons en particulier un seul système de molécules qui agissent les unes sur les autres à de très-petites distances, et concevons que la position de chaque molécule soit rapportée à trois axes rectangu-

laires des x, y, z. Les trois équations d'un mouvement quelconque du système seront trois équations aux dérivées partielles, ou même trois équations aux différences mêlées, qui devront servir à déterminer, au bout d'un temps quelconque t, les trois déplacements d'une molécule, mesurés parallèlement aux axes, en fonction des quatre variables indépendantes, savoir, des coordonnées et du temps. D'ailleurs, en considérant les trois déplacements dont il s'agit, ainsi que leurs différences finies, et leurs différentielles ou dérivées, comme des quantités infiniment petites du premier ordre, et négligeant les infiniment petits du second ordre, on devra, dans les trois équations du mouvement, conserver seulement les premières puissances de ces déplacements et de ces différences finies ou dérivées. On verra ainsi les trois équations du mouvement se réduire à trois équations linéaires, qui seront d'autant plus exactes que les déplacements seront plus petits, et qui représenteront ce que nous appelons *les mouvements infiniment petits* du système donné.

» Puisque les équations des mouvements infiniment petits d'un système de molécules ou points matériels sont linéaires, lorsqu'on connaîtra plusieurs intégrales particulières de ces équations, il suffira de les combiner entre elles par voie d'addition pour en obtenir d'autres. Donc, étant donnés plusieurs mouvements infiniment petits que peut prendre le système, un nouveau mouvement, dans lequel chaque déplacement moléculaire aurait pour valeur la somme de ses valeurs relatives aux mouvements donnés, sera encore un des mouvements infiniment petits que le système est susceptible d'acquérir. On dit alors que le nouveau mouvement résulte de la *superposition* de tous les autres.

» Ce n'est pas tout. Puisque les trois équations des mouvements infiniment petits d'un système de points matériels sont linéaires, les valeurs qu'elles fournissent pour les déplacements d'une molécule sont les parties réelles de variables imaginaires qui vérifient trois autres équations de même forme. Ces variables imaginaires, et les équations qu'elles vérifient sont ce que nous appelons les *déplacements symboliques* d'une molécule, et les *équations symboliques* des mouvements infiniment petits. Si d'ailleurs les trois équations réelles de ces mouvements sont indépendantes de l'origine des coordonnées, en sorte qu'elles ne se trouvent pas altérées quand on transporte l'origine d'un point à un autre, la manière la plus simple de vérifier les équations symboliques sera d'égaler chaque déplacement symbolique au produit d'un paramètre constant, réel ou imaginaire, par une exponentielle népérienne, dont l'exposant, réel ou

imaginaire, se réduise à une fonction linéaire des coordonnées et du temps, et s'évanouisse avec les variables. Le mouvement infiniment petit que l'on obtient dans cette hypothèse est ce que nous appellerons un *mouvement simple*. L'exponentielle népérienne, à laquelle chaque déplacement symbolique restera proportionnel dans un mouvement simple, sera nommée le *symbole caractéristique* de ce mouvement. Ce symbole restera toujours le même, quel que soit celui des axes coordonnés auquel se rapporte le déplacement effectif, et dans le cas même où le déplacement effectif serait mesuré parallèlement à un axe quelconque, arbitrairement choisi. Mais la position de cet axe influera sur la valeur réelle ou imaginaire du paramètre par laquelle on devra multiplier le symbole caractéristique pour obtenir le déplacement symbolique dont le déplacement effectif est la partie réelle; et, par suite, les déplacements symboliques correspondants aux trois axes coordonnés renfermeront en général trois paramètres différents. Ces trois paramètres, et les quatre coefficients réels ou imaginaires par lesquels les variables indépendantes seront multipliées dans l'exposant du symbole caractéristique, vérifieront trois équations finies qui se déduiront sans peine des équations des mouvements infiniment petits; et si l'on élimine les trois paramètres entre ces trois équations finies, on obtiendra précisément l'équation résultante à laquelle nous avons donné le nom d'*équation caractéristique*.

» La nature d'un mouvement simple, tel qu'il vient d'être défini, dépend surtout du symbole caractéristique représenté, comme nous l'avons dit, par une exponentielle trigonométrique dont l'exposant est une fonction linéaire des quatre variables indépendantes. Ce mouvement simple sera durable ou persistant, et se propagera sans s'affaiblir, si l'exposant du symbole caractéristique n'offre pas de partie réelle, et alors, chaque déplacement effectif d'une molécule sera le produit d'une constante réelle équivalente au module du paramètre, par le cosinus d'un certain angle variable appelé *phase*, cet angle étant d'ailleurs une fonction réelle et linéaire des variables indépendantes. En multipliant un semblable produit par le module du symbole, c'est-à-dire par une exponentielle dont l'exposant sera encore une fonction réelle et linéaire des variables indépendantes, on obtiendra la forme générale des déplacements effectifs des molécules, dans le cas où le mouvement simple s'éteint par degrés avec le temps, ou s'affaiblit en se propageant. Dans tous les cas, les déplacements effectifs des molécules, mesurés parallèlement à un axe quelconque, s'évanouiront, pour une même molécule, après des intervalles de temps égaux, dont chacun

sera la moitié de ce qu'on nomme la *durée* d'une vibration moléculaire, et à un même instant pour toutes les molécules situées dans des plans parallèles à un certain plan invariable et séparés entre eux par des distances dont chacune sera la moitié de ce qu'on nomme la *longueur d'une ondulation*. Le système donné sera divisé par ces mêmes plans en tranches composées de molécules qui, lorsqu'on passera d'une tranche à la suivante, se trouveront déplacées en sens inverses; et la réunion de deux tranches contiguës formera ce qu'on appelle une *onde plane*, la longueur d'ondulation représentant l'épaisseur de cette onde. Le temps venant à croître, chaque onde se déplacera dans l'espace avec son plan, ou plutôt avec les plans qui la terminent, et la *vitesse de propagation* d'une onde sera le rapport qui existe entre son épaisseur et la durée des vibrations moléculaires. Ajoutons que, si un mouvement simple s'affaiblit et s'éteint en se propageant, le coefficient variable du cosinus de la phase, dans chaque déplacement effectif, décroîtra en progression géométrique, tandis que la distance d'une molécule à un *second plan invariable* croîtra en progression arithmétique.

» Étant donné le symbole caractéristique du mouvement simple, on connaît immédiatement la durée des vibrations de laquelle dépend la nature de la *couleur*, les directions des deux plans invariables dont nous avons parlé, par conséquent la direction des plans des ondes, et l'épaisseur d'une onde plane ou la longueur d'une ondulation.

» Quant au paramètre que renferme un déplacement symbolique, il est le produit d'un module constant par une exponentielle dont l'argument est ce que nous appelons le *paramètre angulaire*. Lorsque le mouvement simple est durable ou persistant, le module dont il s'agit représente la demi-*amplitude* des vibrations moléculaires, mesurées parallèlement à un axe donné. Ajoutons que, dans tous les cas, le paramètre angulaire représente la phase correspondante à des valeurs nulles des variables indépendantes.

» Nous avons déjà observé que les coefficients réels ou imaginaires, par lesquels le temps et les coordonnées se trouvent multipliés dans le symbole caractéristique d'un mouvement simple, sont liés entre eux par l'équation caractéristique. Ajoutons que cette équation renferme seulement le carré du premier de ces coefficients, et qu'elle est du troisième degré par rapport à ce carré. Donc, si l'on prend ce carré pour inconnue, elle offrira trois racines. A ces trois racines, lorsqu'elles sont inégales, correspondent trois espèces de mouvements simples, qu'un seul système de molécules est susceptible de propager. Mais il peut arriver

que deux des trois racines se réduisent à une racine double, et alors les trois mouvements simples se réduiront à deux seulement. Si l'on excepte ce cas particulier, les rapports des trois paramètres que renferment les déplacements symboliques correspondants aux trois axes x, y, z seront complétement déterminés pour chaque mouvement simple. Cela posé, considérons un mouvement simple qui se propage sans s'affaiblir. On conclura des remarques précédentes que, pour une direction donnée du plan invariable parallèle aux plans des ondes, les directions des vibrations moléculaires seront, en général, complétement déterminées, ainsi que la vitesse de propagation des ondes planes. Toutefois, si deux des mouvements simples que le système de molécules est susceptible de propager se réunissent, les vibrations de chaque molécule, dans les deux mouvements réduits à un seul, ne seront plus dirigées suivant une droite déterminée, mais seulement comprises dans un plan déterminé, et par suite chaque molécule décrira une courbe plane. D'ailleurs, comme le calcul le fait voir, cette courbe sera toujours ou un cercle ou une ellipse.

» Concevons maintenant qu'à un instant donné, on fasse passer par un même point diverses ondes planes correspondantes à divers mouvements simples, ou plutôt les plans qui terminent ces ondes, et supposons ces plans infiniment peu inclinés les uns sur les autres. Alors, le temps venant à croître, ces plans se déplaceront avec les ondes dont il s'agit, et le point commun à tous ces plans se déplacera lui-même en parcourant une certaine droite. Si le système de molécules donné est l'éther ou le fluide lumineux répandu dans un corps, cette droite sera ce qu'on appelle, dans la théorie de la lumière, l'*axe* d'un *rayon simple*. Le rayon simple de lumière ne sera lui-même autre chose que la file des molécules d'éther qui, originairement situées sur cet axe, s'en écartent à chaque instant dans un sens ou dans un autre, en vertu du mouvement simple correspondant à l'une des ondes planes dont nous avons parlé.

» Aux trois espèces de mouvements simples qui, d'après ce qu'on a dit ci-dessus, pourront généralement se propager dans une masse de fluide éthéré, correspondent trois rayons simples. Si ces trois rayons demeurent distincts, et si chacun d'eux se propage sans s'affaiblir, les vibrations des molécules d'éther seront dans chaque rayon constamment parallèles à un certain axe, et par conséquent chaque molécule décrira une ligne droite; mais il n'en sera plus de même si deux rayons se réunissent en un seul, ce qui arrivera quand le système de molécules sera tellement constitué qu'un mouvement simple s'y propage en tous sens suivant les

mêmes lois. Un tel système de molécules est ce que nous nommons un système *isotrope*, et, dans la théorie de la lumière, un système *isophane*. Lorsque, dans un système ou milieu isophane, un rayon simple se propage sans s'affaiblir, les vibrations des molécules qui composent ce rayon sont nécessairement ou *transversales*, c'est-à-dire comprises dans des plans perpendiculaires à l'axe du rayon, ou *longitudinales*, c'est-à-dire dirigées suivant cet axe. Dans les milieux non isophanes, les vibrations qui se propagent sans s'affaiblir sont encore sensiblement transversales ou longitudinales par rapport aux rayons. Les vibrations transversales ou sensiblement transversales sont celles qui, dans l'opinion des physiciens, occasionnent la sensation de la lumière; elles sont du moins les seules dont l'existence se trouve constatée dans les rayons lumineux qui peuvent être perçus par l'œil. Lorsqu'un mouvement simple s'éteint en se propageant, les vibrations peuvent cesser d'être sensiblement transversales ou longitudinales, et quoique alors l'œil ne puisse plus les saisir, elles interviennent cependant dans la production des phénomènes lumineux, particulièrement des phénomènes de réflexion et de réfraction, comme on le verra ci-après.

» Lorsqu'un mouvement simple de l'éther, dans lequel les vibrations sont transversales, se propage dans un certain milieu sans s'affaiblir, ce milieu est appelé *transparent*. Il devient *opaque* dans le cas contraire.

» Ce qui constitue le mode de polarisation d'un rayon simple propagé dans un milieu transparent, c'est la nature de la ligne droite ou courbe décrite par chaque molécule dans un plan perpendiculaire à l'axe du rayon. Suivant que cette ligne se réduit à une droite, à un cercle, ou à une ellipse, la polarisation est *rectiligne*, *circulaire* ou *elliptique*. La polarisation est toujours rectiligne dans les milieux non isophanes; elle peut devenir circulaire ou elliptique dans les milieux isophanes, dans l'air, par exemple. Dans la polarisation rectiligne, les nœuds du rayon sont les points équidistants où il rencontre son axe, et ces nœuds sont de deux espèces différentes, selon qu'ils se trouvent placés avant ou après les molécules qui s'écartent de l'axe dans un certain sens. La distance entre deux nœuds consécutifs de même espèce est précisément l'épaisseur d'une onde plane. Dans un milieu isophane, tout rayon doué de la polarisation circulaire ou elliptique peut être considéré comme résultant de la superposition de deux rayons polarisés rectilignement, mais renfermés dans deux plans qui se coupent à angles droits; et alors son *anomalie* est représentée par la distance entre deux nœuds de rayons composants, ou plutôt

par un arc proportionnel à cette distance, savoir, par celui qui devient équivalent à la circonférence quand la distance dont il s'agit devient équivalente à l'épaisseur d'une onde plane.

» Examinons maintenant ce qui arrive quand un mouvement simple est transmis d'un milieu à un autre.

» Les équations aux dérivées partielles qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules d'éther sont du second ordre par rapport au temps. D'ailleurs, lorsqu'on néglige la dispersion des couleurs, la vitesse de propagation des ondes planes devient la même pour tous les rayons simples qui, étant dirigés suivant une même droite, se propagent sans s'affaiblir, et par suite les durées des vibrations moléculaires deviennent proportionnelles aux longueurs d'ondulations, ce qui exige que les équations des mouvements infiniment petits deviennent homogènes. Donc alors ces équations seront du second ordre, non-seulement par rapport au temps, mais aussi par rapport à chacune des coordonnées, et l'intégration introduira dans leurs intégrales deux fonctions arbitraires relatives à chacune des inconnues, c'est-à-dire à chacun des déplacements moléculaires. Mais ces deux fonctions arbitraires auront des valeurs diverses, suivant la nature du problème qu'il s'agit de résoudre. Si, le mouvement imprimé aux molécules de l'éther dans un certain milieu étant supposé connu à une certaine époque, il s'agit d'en conclure le mouvement qui s'observera dans ce même milieu à une époque quelconque, par exemple au bout du temps t, les fonctions arbitraires seront celles qui représenteront, au premier instant, les déplacements moléculaires et leurs dérivées prises par rapport au temps, ou, ce qui revient au même, les vitesses mesurées parallèlement aux axes des x, y, z. Si, au contraire, le mouvement des molécules étant supposé connu à une époque quelconque dans un premier milieu, il s'agit d'en conclure le mouvement transmis à d'autres molécules qui se trouvent comprises dans un second milieu séparé du premier par une surface plane ou courbe, par exemple par le plan des y, z, les fonctions arbitraires représenteront les déplacements des molécules situées dans ce plan, c'est-à-dire les déplacements moléculaires correspondants à une valeur nulle de l'abscisse x, et les dérivées de ces déplacements relatives à x, ou plutôt les valeurs que prennent ces dérivées pour $x = 0$. Or la considération de ces déplacements et de ces dérivées fournit immédiatement les lois suivant lesquelles un rayon simple de lumière pourra être réfléchi ou réfracté par la surface de séparation de deux

milieux, quand cette surface sera plane : c'est ce que l'on reconnaîtra sans peine en ayant égard aux remarques suivantes.

» Considérons deux milieux séparés l'un de l'autre par une surface plane. Dans le cas général où ces milieux ne sont pas isophanes, chacun d'eux, comme nous l'avons déjà dit, pourra propager trois espèces de rayons simples, dont deux au plus sont perçus par l'œil. Ce n'est pas tout: les ondes planes correspondantes à un rayon simple pourront se propager, à partir d'un point ou d'un plan donné, dans deux sens opposés l'un à l'autre, et par suite on pourra distinguer, parmi les ondes planes de chaque espèce, celles qui s'approcheraient de la surface de séparation, et celles qui s'en éloigneraient. Les premières seront ce qu'on appelle des ondes *incidentes*, les dernières ce qu'on appelle des ondes *réfléchies* ou des ondes *réfractées*. Cela posé, concevons qu'un rayon simple de lumière tombe dans le premier des deux milieux sur la surface de séparation. Ce rayon *incident* devra naturellement occasionner, dans chaque milieu, la production d'un rayon réfléchi ou réfracté de chaque espèce. Donc on aura encore à considérer, outre le rayon incident, six autres rayons, savoir, trois rayons réfléchis et trois rayons réfractés. Or, concevons que l'on prenne la surface de séparation des deux milieux pour plan des y, z; six variables distinctes représenteront dans chaque milieu les déplacements moléculaires, mesurés parallèlement aux axes coordonnés, et les dérivées de ces déplacements prises par rapport à x. D'ailleurs, puisqu'on suppose le mouvement transmis du premier milieu au second, les valeurs de ces six variables correspondantes à la surface de séparation, c'est-à-dire à une valeur nulle de x, pourront être considérées comme les six fonctions arbitraires dont la forme entraîne la nature du mouvement produit dans le second milieu. Or, les valeurs de ces fonctions arbitraires étant calculées d'abord à l'aide du rayon incident et des trois rayons réfléchis, puis égalées à celles que donnent les trois rayons réfractés, on obtiendra six équations de condition qui devront être vérifiées en chaque point de la surface réfléchissante, et qui suffiront pour déterminer complétement la nature des six rayons inconnus réfléchis ou réfractés. En effet, pour que ces équations de condition soient vérifiées, il sera d'abord nécessaire, suivant un principe établi dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique* (tome Ier, page 157), que les symboles caractéristiques de tous les rayons réfléchis et réfractés ne diffèrent pas du symbole caractéristique du rayon incident. D'ailleurs cette première condition détermi-

nera complétement, dans les six nouveaux rayons, non-seulement la durée des vibrations moléculaires qui, avec la nature de la couleur, restera la même avant ou après la réflexion ou la réfraction, mais aussi les épaisseurs des ondes planes, les directions des plans des ondes, et les directions des vibrations moléculaires. Il y a plus : cette première condition étant supposée remplie, les seules inconnues que renfermeront encore les six équations de condition seront les six paramètres réels ou imaginaires qui correspondront aux trois rayons réfléchis et aux trois rayons réfractés. On pourra donc déterminer complétement ces paramètres, qui feront connaître, pour chacun de ces rayons, quand il se propagera sans s'affaiblir, l'amplitude des vibrations moléculaires, et la phase correspondante à des valeurs nulles des variables indépendantes.

» Avant d'aller plus loin, nous avons une remarque importante à faire. Nous avons raisonné comme si la forme des équations aux dérivées partielles, qui représentent les mouvements infiniment petits des molécules comprises dans un milieu, subsistait sans altération dans le voisinage même de la surface qui sépare ce premier milieu d'un second. Cette manière d'opérer n'est pas rigoureusement exacte; mais la méthode plus rigoureuse, que nous avons établie dans les *Comptes rendus* de mars et d'avril 1839, suffit pour montrer que les résultats obtenus par le nouveau procédé pourront être admis avec confiance, si le diamètre de la sphère d'activité sensible des molécules éthérées est très-petit relativement à la longueur d'une ondulation. Cette condition, donnée par le calcul, pouvait être assez facilement prévue. On conçoit en effet que, dans le cas où elle ne serait pas remplie, les mouvements simples ou par ondes planes se trouveraient sensiblement altérés par l'influence de la surface réfléchissante à des distances trop considérables encore pour qu'ils pussent franchir ces distances, et pénétrer en se modifiant dans ce second milieu. Si, au contraire, la condition ci-dessus énoncée se trouve remplie, on déduira immédiatement des principes que nous venons d'établir les lois de la réflexion et de la réfraction produites par la surface de séparation de deux milieux transparents ou opaques; mais il sera rigoureusement nécessaire d'avoir égard aux trois espèces de rayons qui peuvent généralement se propager dans chaque milieu. Si l'on tenait compte seulement des deux rayons qui peuvent être perçus par l'œil dans les milieux cristallisés, les six équations de condition relatives à la surface réfléchissante ne renfermeraient plus que quatre inconnues; savoir, les quatre paramètres cor-

respondants, d'une part aux deux rayons réfléchis, d'autre part aux deux rayons réfractés, et ne pourraient plus être vérifiées que dans des cas particuliers, par exemple, pour certaines directions particulières du rayon incident. Au reste, nous ne devons pas être surpris que, dans chaque milieu, la réflexion ou réfraction produise seulement deux rayons sensibles à l'œil, et que le troisième rayon réfléchi ou réfracté reste inaperçu; car le calcul fait voir que ce troisième rayon, qui, s'il pouvait se propager sans s'affaiblir, offrirait des vibrations longitudinales, est de la nature des rayons qui pénètrent dans les corps opaques, et s'éteint comme eux à une très-petite distance de la surface réfléchissante. Mais cette circonstance ne nous autorise en aucune manière à le considérer comme non avenu, attendu que, sur la surface même, les amplitudes des vibrations moléculaires sont du même ordre, dans les trois espèces de rayons réfléchis ou réfractés. D'ailleurs, quoique le troisième rayon ne soit pas visible, son existence et même sa nature sont clairement indiquées par le calcul, et il est impossible qu'un rayon simple, tombant sur la surface de séparation de deux corps isophanes, ne fasse pas naître dans chacun de ces milieux trois mouvements simples réfléchis ou réfractés. Ces trois mouvements simples, et les trois systèmes d'ondes planes qu'ils présentent, correspondent, comme nous l'avons déjà dit, aux trois racines de l'équation caractéristique résolue par rapport au carré du coefficient qui détermine la durée des vibrations moléculaires. Ces trois racines elles-mêmes se trouvent introduites dans l'équation dont il s'agit, en raison des trois coordonnées qui appartiennent à chaque point, et qui correspondent aux trois dimensions de l'espace. Ainsi le nombre des dimensions de l'espace exprime nécessairement le nombre des rayons réfléchis ou réfractés par une surface plane.

» Nous avons jusqu'ici considéré comme distinctes les trois espèces de rayons qui peuvent être propagées dans chaque milieu. Examinons maintenant le cas particulier où les deux milieux deviennent isophanes. Alors, dans chaque milieu, l'équation caractéristique ayant une racine double, deux des trois rayons correspondants à une direction donnée des plans des ondes se réuniront en un seul, dans lequel les vibrations pourront être dirigées suivant une droite quelconque perpendiculaire à l'axe du rayon. Par suite aussi, les trois rayons réfléchis ou réfractés se réduiront à deux. Il y a plus, pour ceux des rayons réfléchis et réfractés qui s'éteindront à une petite distance de la surface réfléchissante, les vibrations moléculaires

resteront comprises dans le plan d'incidence, et, par suite, on pourra faire abstraction de ces deux rayons, si les vibrations des molécules dans le rayon incident sont perpendiculaires au plan d'incidence. Donc alors, si le second milieu devient transparent, les principes ci-dessus établis fourniront précisément les lois de réflexion et de réfraction découvertes par Fresnel, et confirmées, par l'expérience, pour ce qu'on appelle un *rayon polarisé dans le plan d'incidence,* et l'on reconnaîtra en particulier que le rayon réfléchi ne peut disparaître sous aucune incidence, quand l'*indice de réfraction,* c'est-à-dire le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction, ne se réduit pas à l'unité. Donc un rayon polarisé dans un plan est, comme le croyait Fresnel, un rayon simple dans lequel les vibrations sont perpendiculaires à ce plan; ou, en d'autres termes, le *plan de polarisation* d'un rayon simple est le plan perpendiculaire aux droites suivant lesquelles sont dirigées les vibrations rectilignes des molécules éthérées.

» Si les vibrations des molécules dans le rayon incident étaient non plus perpendiculaires au plan d'incidence, mais renfermées dans ce plan, alors, dans la recherche des lois de la réflexion et de la réfraction, on devrait nécessairement tenir compte des rayons qui s'éteignent à une petite distance de la surface réfléchissante; et, en opérant ainsi, on obtiendrait des formules qui comprennent, comme cas particuliers, celles que Fresnel a trouvées, en supposant que le rayon incident fût un rayon polarisé perpendiculairement au plan d'incidence. Cette remarque vient encore à l'appui de l'opinion de Fresnel sur la direction des vibrations moléculaires par rapport au plan de polarisation.

» Il ne sera pas inutile d'observer que, dans la recherche des lois de la réflexion et de la réfraction produites par la surface de séparation de deux milieux isophanes, ou non isophanes, les six équations de condition relatives à la surface peuvent être réduites à quatre par l'élimination des paramètres relatifs aux rayons qui s'éteignent en se propageant. Or il est remarquable que trois des équations ainsi obtenues pour les milieux isophanes sont précisément trois des quatre équations données dans la 7[me] livraison des *Nouveaux Exercices de Mathématiques,* savoir, celles qui renferment trois fonctions différentielles alternées. La quatrième équation de condition peut se réduire encore à celle que renferment les *Nouveaux Exercices,* mais seulement dans le cas où l'on suppose que les corps transparents et isophanes sont capables, comme le verre, de polariser complétement la lumière par réflexion.

» Quant au principe des vibrations équivalentes, appliqué par Fresnel au cas où les vibrations sont parallèles à la surface réfléchissante, et par M. Mac-Cullagh à tous les cas possibles, il est exact, dans la théorie de Fresnel et pour la raison que nous avons indiquée, quand on suppose les vibrations perpendiculaires au plan d'incidence; mais il nous paraît inexact dans la théorie de M. Mac-Cullagh, lorsqu'on fait, avec cet auteur, abstraction des rayons qui s'éteignent à une petite distance de la surface réfléchissante. Il redeviendra exact si l'on tient compte de ces derniers rayons; et même les six équations de condition que fournit notre théorie coïncident alors avec les trois équations fournies par ce principe, et avec leurs dérivées prises par rapport à la variable qui représente une abscisse mesurée sur une perpendiculaire à la surface réfléchissante.

» Dans ce qui précède nous avons supposé que chaque milieu renferme un seul système de molécules, toutes les molécules étant de même nature, mais leur arrangement pouvant n'être pas le même dans le premier milieu et dans le second. Le vide ou l'éther isolé peut offrir un tel milieu, et ce milieu est certainement isophane. Chacun des autres milieux renferme nécessairement un ou plusieurs systèmes de molécules, par exemple, les molécules de l'éther et les molécules d'un corps solide, liquide ou gazeux. Donc appliquer aux seules molécules d'éther les principes ci-dessus établis, c'est supposer que, dans le calcul des phénomènes relatifs à la réflexion et à la réfraction de la lumière, on peut, sans erreur sensible, faire abstraction des vibrations imprimées aux molécules des corps. On s'approchera davantage de la réalité, si l'on tient compte de ces dernières vibrations. Mais alors le nombre des rayons réfléchis et réfractés sera doublé, aussi bien que le nombre des racines de l'équation caractéristique et le nombre des équations de condition relatives à la surface réfléchissante. Alors aussi trois racines de l'équation caractéristique seront analogues à celles qui fournissent les mouvements simples de l'éther dans le vide, trois autres se rapporteront plus spécialement aux vibrations des molécules des corps. On pourrait donc alors distinguer, parmi les rayons réfléchis, ceux qui proviendront directement du rayon immédiat, et ceux qui en proviendront indirectement, étant produits par les vibrations des molécules renfermées dans le second milieu. Ces conclusions seraient conformes à des expériences remarquables publiées par M. Arago, et à l'explication que notre illustre confrère en a donnée.

» Il est d'ailleurs naturel de penser que les six rayons dont il s'agit, avec les six mouvements simples qui leur correspondent et auxquels partici-

peut à leur manière les molécules des corps, fourniront l'explication des phénomènes dus à ce qu'on nomme les rayons chimiques, calorifiques, etc....

» Dans d'autres articles, je déduirai des principes que je viens d'exposer les lois de la réflexion et de la réfraction opérées par la surface de séparation de deux milieux isophanes ou non isophanes, les lois de la réflexion totale produite par la seconde surface de séparation d'un corps transparent, celles de la polarisation elliptique produite par la réflexion à la surface des métaux, et même les lois de la diffraction de la lumière.

» Je me propose encore de montrer comment on peut appliquer les mêmes principes à la théorie du son, des cordes vibrantes, des surfaces élastiques, etc.... »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Note sur la diffraction de la lumière; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Une Lettre adressée de Prague à M. Libri, et insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 9 mai 1836, renferme quelques-uns des résultats auxquels j'étais parvenu dès cette époque, en cherchant à déduire de mes formules générales les lois de la diffraction. Je reviendrai dans un autre article sur cette déduction que fournissent, lorsqu'on se borne à une première approximation, les formules obtenues par Fresnel. Je me bornerai aujourd'hui à faire observer que le problème se réduit en définitive à l'évaluation des deux intégrales définies, et qu'à l'aide d'une formule établie dans mon Mémoire de 1814, on peut facilement développer ces intégrales en deux séries dont il suffira de calculer généralement un très-petit nombre de termes pour obtenir les valeurs des deux intégrales. Ces développements, qui fournissent aussi le moyen de fixer avec une grande facilité les valeurs maxima et minima des deux intégrales et de la somme de leurs carrés, sont l'objet de la présente Note.

ANALYSE.

» Soit $f(x)$ une fonction quelconque de x. On aura

$$D_y f(x+y\sqrt{-1}) = \sqrt{-1}\, D_x f(x+y\sqrt{-1}).$$

Si l'on intègre les deux membres de cette équation, par rapport à x et par

rapport à y, entre les limites

$$x = a, \quad x = \infty, \quad y = 0, \quad y = \infty,$$

alors, en posant

$$f(x) = \frac{e^{x\sqrt{-1}}}{(-x\sqrt{-1})^{\frac{1}{2}}},$$

on trouvera

$$\int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} e^{x\sqrt{-1}} dx = e^{\left(a+\frac{\pi}{2}\right)\sqrt{-1}} \int_0^\infty (a + y\sqrt{-1})^{-\frac{1}{2}} e^{-y} dy;$$

puis, en développant

$$(a + y\sqrt{-1})^{-\frac{1}{2}},$$

suivant les puissances ascendantes de y, on trouvera

$$\int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} e^{x\sqrt{-1}} dx = a^{-\frac{1}{2}}(\mathrm{A} - \mathrm{B}\sqrt{-1})\, e^{\left(a+\frac{\pi}{2}\right)\sqrt{-1}},$$

les valeurs de A, B étant

$$\mathrm{A} = 1 - \frac{1.3}{(2a)^2} + \frac{1.3.5.7}{(2a)^4} - \ldots, \quad \mathrm{B} = \frac{1}{2a} - \frac{1.3.5}{(2a)^3} + \ldots$$

On en conclura immédiatement

$$\int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \cos x dx = a^{-\frac{1}{2}}(\mathrm{B}\cos a - \mathrm{A}\sin a),$$

$$\int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \sin x dx = a^{-\frac{1}{2}}(\mathrm{A}\cos a + \mathrm{B}\sin a),$$

puis, en posant $x = u^2$, $a = \alpha^2$, on aura

$$\int_\alpha^\infty \cos u^2 du = \frac{1}{2\alpha}(\mathrm{B}\cos\alpha^2 - \mathrm{A}\sin\alpha^2),$$

$$\int_\alpha^\infty \sin u^2 du = \frac{1}{2\alpha}(\mathrm{A}\cos\alpha^2 + \mathrm{B}\sin\alpha^2);$$

les valeurs de A, B étant

$$\mathrm{A} = 1 - \frac{1.3}{(2\alpha^2)^2} + \frac{1.3.5.7}{(2\alpha^2)^4} - \ldots, \quad \mathrm{B} = \frac{1}{2\alpha^2} - \frac{1.3.5}{(2\alpha^2)^3} + \ldots$$

Pour des valeurs considérables de α, on aura sensiblement

$$A = 1, \quad B = 0,$$

et par suite

$$\int_\alpha^\infty \cos u^2 du = -\frac{1}{2\alpha}\sin\alpha^2, \quad \int_\alpha^\infty \sin u^2 du = \frac{1}{2\alpha}\cos\alpha^2.$$

On a d'ailleurs, comme l'on sait,

$$\int_0^\infty \cos u^2 du = \int_0^\infty \sin u^2 du = \frac{\pi^{\frac{1}{2}}}{2\sqrt{2}}.$$

Ces diverses formules permettent d'effectuer très-facilement les calculs relatifs à la diffraction de la lumière. »

GÉODÉSIE. — M. **Puissant** fait hommage à l'Académie de la nouvelle édition de la deuxième partie de son *Traité de Géodésie*, et s'exprime en ces termes :

« Le second volume de la nouvelle édition de mon *Traité de Géodésie*, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, a principalement rapport aux questions d'Astronomie qui en forment le complément essentiel. Tout en conservant l'ordre des matières que contenait l'édition précédente, j'ai introduit dans celle-ci plusieurs additions importantes et opéré divers changements notables, par suite d'une révision sévère des méthodes de calcul dont j'ai fait usage pour résoudre, avec toute l'exactitude et la simplicité possibles, les problèmes les plus intéressants de la Géodésie, en puisant les principaux éléments de mes calculs aux meilleures sources, c'est-à-dire dans la *Base du système métrique décimal* et la *Nouvelle description géométrique de la France*. Tels sont, par exemple, les problèmes qui ont pour objet la recherche des dimensions du sphéroïde terrestre par le concours de ses deux lignes de courbure, et celle des irrégularités de sa surface, qui peuvent ressortir des mesures géodésiques et astronomiques comparables, ainsi que des longueurs observées du pendule à secondes.

» Ce volume renferme aussi d'utiles remarques sur la mesure des hauteurs à l'aide du baromètre, et est terminé par une collection de tables astronomiques qui ont été calculées avec beaucoup de précision, et au moyen desquelles on sera souvent dispensé de recourir aux Tables solaires et aux éphémérides du Bureau des Longitudes. Enfin elles serviront avan-

tageusement à la détermination du temps, à celle des positions apparentes de certaines étoiles, aux calculs des observations de latitude et d'azimut par les digressions de la Polaire, etc.

» J'espère que les astronomes et les ingénieurs reconnaîtront que je n'ai rien négligé pour améliorer cette troisième et dernière édition, et pour étendre, en faveur de la Géographie mathématique, l'application des théories qui y sont exposées. »

MM. **de Mirbel** et **Payen** déposent un paquet cacheté ayant pour titre: « *Recherches de Physiologie.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Houri** adresse un Mémoire ayant pour titre : *Expériences sur les nombres*, et annonce l'envoi prochain de deux autres Mémoires dans lesquels il applique, comme dans celui-ci, le principe de l'expérience et de l'observation à la découverte de vérités mathématiques.

(Commissaires, MM. Cauchy, Liouville.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des chemins en pierres artificielles, destinés à remplacer d'une manière économique les chemins de fer pour la locomotion par la vapeur;* Mémoire de M. **Thomassin.**

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Schattenmann, sur l'usage du rouleau compresseur pour la construction des chaussées en empierrement.)

MÉTÉOROLOGIE. — *Tableaux des observations météorologiques, faites dans la colonie danoise de Saint-Thomas (Antilles), dans les années* 1827 — 1839; *par* M. **Hornbeck.**

(Commissaires, MM. Arago, Boussingault.)

M. **Philippe Mathieu** soumet au jugement de l'Académie des *fusils et pistolets à un seul canon et à une seule batterie, pouvant donner de suite, et sans interruption, cinq à six coups.* Ces armes sont construites d'après un système déjà connu, et suivant lequel les différentes charges, contenues

dans autant de chambres creusées dans un cylindre tournant, viennent successivement se présenter en face du canon. Une particularité essentielle distingue cette nouvelle application de celles qu'on avait faites antérieurement du même système : dans celles-ci il fallait, après chaque coup, faire exécuter au cylindre, avec la main, une portion de révolution pour amener la nouvelle charge à correspondre au canon, et ensuite armer le chien pour pouvoir faire feu de nouveau; dans les armes de M. Mathieu, au contraire, le coup parti, la nouvelle charge vient aussitôt se présenter au canon et le chien s'arme de lui-même. Cette modification permet de faire succéder les coups de feu les uns aux autres, presque sans interruption, et, suivant M. Mathieu, on peut tirer les cinq coups dans trois secondes. On sent tout ce que cette rapidité peut avoir de précieux, tant pour les armes de chasse que pour les armes de défense. Le fusil de M. Mathieu présente encore quelques dispositions nouvelles, dont l'une, par exemple, est relative à la gachette, qui se trouve moins exposée que dans les armes de chasse ordinaire à être accrochée par les branches des buissons; une autre a pour objet de préserver de l'humidité les charges du magasin qui, dans presque tous les fusils construits sur le même principe, devaient être protégées par des bourres imperméables.

(Commissaires, MM. Piobert, Séguier.)

M. Quinet prie l'Académie de vouloir bien se faire rendre compte des modifications qu'il a apportées aux procédés employés avant lui pour l'*impression de la musique*; quelques échantillons des résultats obtenus par ces moyens sont joints à sa Lettre.

(Commission nommée pour la machine typographique de M. Gaubert.)

Dans la même Lettre, M. Quinet prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission qui a été chargée de faire un Rapport sur ses procédés pour la fabrication d'un *papier de sûreté*.

(Renvoi à la Commission des papiers de sûreté.)

M. Magnan adresse une Note sur la *télégraphie nocturne*.

(Commission précédemment nommée pour des communications relatives au même sujet.)

L'Académie reçoit trois nouvelles communications relatives à des *moyens que les auteurs croient propres à prévenir les dangers des chemins de fer, ou à en diminuer la gravité.* Ces Notes, adressées par MM. **Huau**, **Chambart** et **Pascal**, sont renvoyées à l'examen de la Commission précédemment nommée.

L'Académie reçoit un Mémoire destiné au concours pour le prix relatif à la *vaccine.* Ce Mémoire est renvoyé à la Commission, qui aura à décider s'il peut encore être admis à concourir, à raison de l'époque à laquelle il est parvenu au secrétariat.

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens**, à l'occasion d'une remarque qui avait été faite, dans la séance précédente, touchant les pièces adressées par M. *Schmalz* pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, annonce que l'ouvrage sur les sourds-muets, dont ce médecin a recemment adressé un abrégé, avait été reçu en son temps, mais que, par erreur, il avait été directement déposé à la Bibliothèque, au lieu d'être envoyé d'abord à la Commission chargée de l'examen des pièces adressées pour ce concours.

M. **Arago** annonce qu'il a reçu la copie du manuscrit dont le *Compte rendu* de la séance du 29 août fait mention. Sur un premier aperçu, il croit pouvoir affirmer que cet ouvrage n'est pas de l'auteur auquel on l'attribue. MM. Arago et Chasles feront un rapport détaillé à ce sujet.

M. **Arago** annonce qu'il a reçu de nouvelles communications relatives à l'éclipse du 8 juillet; les divergences qui se montrent non-seulement entre les observations faites en des lieux assez éloignés, mais encore dans des localités très-voisines l'une de l'autre, et même dans une seule ville, ne permettent pas qu'on présente en ce moment un tableau d'ensemble des phénomènes observés.

Portrait de **Papin**.

Justement fière d'avoir donné naissance au premier inventeur des machines et des bateaux à vapeur, la ville de Blois se propose de lui élever une statue. Une souscription va être ouverte, à cet effet, dans tous les départements de la France, et personne ne peut douter du résultat. Il était seulement regrettable que le célèbre sculpteur, M. David, à qui l'exécution

de ce monument national semble devoir être confiée, manquât de données suffisantes pour qu'il pût être certain de reproduire avec quelque exactitude les traits de l'immortel mécanicien. Cette difficulté n'existe plus: M. Arago a communiqué à l'Académie une lettre d'un descendant de Papin, M. le Dr **du Mesnil**, conseiller de la cour de Hanovre et commissaire supérieur des mines. M. du Mesnil venait de recevoir de M. le professeur Wurzer l'annonce que l'université de Marburg (dans l'électorat de Hesse) possède un portrait de Papin peint à l'huile. Pendant son expatriation, à la suite de la révocation de l'édit de Nantes, Papin professa à Marburg.

M. **Petit**, nommé récemment à une place de Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Quetelet**, au nom de la famille de M. *J.-B. Van Mons*, fait part à l'Académie de la mort de ce savant, survenue le 6 de ce mois. M. Van Mons était Correspondant de l'Académie pour la Section de Chimie.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *De la distribution des grands végétaux le long des côtes de la Scandinavie et sur le versant septentrional de la Grimsel, en Suisse; par* M. **Ch. Martins**.

« Depuis Wahlenberg et de Buch, tous les voyageurs qui visitent tour à tour la Suisse et la Scandinavie ont été frappés des différences que présentent ces deux pays, quand on compare la distribution latitudinale des grands végétaux sur les côtes de la Suède et de la Norvége, aux zones végétales qu'on traverse en montant sur les hautes montagnes de la Suisse. Dans les Alpes, à mesure qu'on s'élève au-dessus de la plaine, l'ordre de leur succession est en général le suivant : le Chêne, le Pin (*Pinus sylvestris*, L.), les arbres fruitiers, le Hêtre, le Sapin (*Abies excelsa*, Poir., *Epicea*) et l'Aune (*Alnus viridis*, D. C.), mêlé au Genévrier (*Juniperus communis*, Var. *alpina*, Wahl.). Le Bouleau blanc, si commun dans le Nord, ne forme pas en Suisse une région végétale distincte; il n'existe que sur quelques points isolés, et à des hauteurs variables.

» Le long des côtes et dans les plaines de la presqu'île Scandinave, l'ordre de succession est tout à fait différent. Le voyageur qui va du sud au nord voit disparaître successivement le Hêtre, le Chêne, les arbres fruitiers, le Sapin, le Pin, et enfin le Bouleau et le Genévrier.

» Toutefois le versant septentrional du passage de la Grimsel, dans le can-

ton de Berne, offre une analogie remarquable entre la succession de ses zones végétales et celles du nord. Le tableau suivant présente les limites latitudinales et altitudinales moyennes des principaux arbres communs à la Grimsel et à la Scandinavie.

VÉGÉTAUX.	LIMITES latitudinales.	LIMITES altitudinales.
Fagus sylvatica	60° N.	925^m
Quercus robur	61	800
Arbores fructiferæ	63	1060
Corylus avellana	64	1060
Abies excelsa	67 40′	1545
Pinus sylvestris	70	1807
Betula alba	70 40	1975

» Si l'on compare les zones de la végétation, sans doute l'analogie n'est point parfaite. Sur la Grimsel, la limite altitudinale du Chêne est inférieure à celle du Hêtre, tandis que, dans le Nord, le Hêtre s'arrête avant le Chêne. Mais, sur la Grimsel, ces limites sont beaucoup plus rapprochées qu'on ne le voit généralement en Suisse, puisque leur différence de niveau n'est que de 125 mètres. Elles se rapprochent donc, comme en Scandinavie, où leurs limites extrêmes ne diffèrent que de 1 degré en latitude. Sur la Grimsel, les Cerisiers et les Noisetiers cessent après le Hêtre, comme dans le nord. Au-dessus des Cerisiers, le sol est occupé uniquement par les arbres verts, et l'aspect de la forêt des Alpes rappelle singulièrement celui de la forêt suédoise; seulement le Pin de montagne (*P. sylvestris*, Var. *montana*, Wahl.) au tronc rampant remplace le Pin élancé des plaines de la Scandinavie. Les *Rhododendron* se sont substitués à leurs congénères, l'*Andromeda polyfolia* et le *Ledum palustre*. Les différentes espèces d'*Erica*, d'*Arbutus* et de *Vaccinium* se retrouvent dans les deux pays. Mais bientôt, sur la Grimsel comme dans le Nord, le Sapin s'arrête, tandis que le Pin et le Bouleau continuent à braver les rigueurs du froid. Ainsi, au pied du glacier de l'Unter-Aar comme aux environs d'Hammerfest, vous trouvez le Bouleau blanc et le Genévrier avec leur physionomie boréale, mêlés aux *Pinus cembro*, à l'Aune et au Mélèze, arbres inconnus à l'extrémité de la Norvége septentrionale, où ils sont remplacés par le *Populus tremula* et le *Salix Laponum*.

» Si l'on veut se faire une idée du climat moyen de ces différents végétaux sur le Grimsel, nous dirons que la température moyenne de Meyringen, à 620 mètres sur la mer, déduite de celles de Berne, Lucerne, Zurich, Milan et Genève, dont cette petite ville occupe le centre géométrique, doit être de + 8°,62, et celle du pied du glacier de l'Unter-Aar de + 2°. On aurait tort de penser que le climat doit subir des modifications différentes quand on s'avance vers le nord de la Scandinavie, ou quand on s'élève sur les Alpes; car l'ensemble des observations météorologiques faites sur le Faulhorn, à 2683 mètres sur la mer, par M. Kaemtz, mon ami M. Auguste Bravais et moi, et dans le nord de l'Europe par la Commission dont nous faisions partie, prouvent que le climat des Hautes-Alpes a la plus grande analogie avec celui des côtes du Spitzberg et de la Norvége septentrionale. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Lettre de* M. CHAZALON *à* M. Arago, *sur les marées du port de Toulon.*

« L'année dernière je fis faire, pendant les mois d'août et de septembre, quelques observations de marée à Toulon; elles sont trop peu nombreuses pour déterminer exactement les diverses phases du flux et du reflux, mais elles donnent néanmoins une idée assez précise de la manière dont le phénomène se manifeste dans ce port, et peuvent ainsi servir de guide pour une étude plus approfondie. C'est principalement dans ce but que je viens vous présenter le résumé de leur discussion.

» Ces observations ont été faites au moyen d'un simple tube rectangulaire composé de quatre planches de 2 mètres de haut sur $0^{m},20$ de large; la partie inférieure plongeait dans la mer, l'eau s'y introduisait par un très-petit orifice et venait soulever un flotteur en liége placé dans l'intérieur du tube. Les mouvements de ce flotteur étaient indiqués par une tige faisant corps avec lui et dont la partie supérieure glissait le long d'une planche verticale divisée en centimètres. Tout cet appareil était solidement installé au lieu appelé *la Pile*, situé dans la darse de l'est. Afin de s'assurer que la ligne de flottaison ne variait pas sur le corps du flotteur, on avait placé à côté du tube une échelle qui servait de point de repère lorsque la mer était très-calme.

» Les hauteurs de la mer ont été observées de quart d'heure en quart d'heure pendant toute la journée, et, à l'époque des syzygies, les observations ont été continuées pendant la nuit pour constater l'existence de

la marée diurne. Les hauteurs du baromètre ont été notées d'heure en heure.

» Voici le tableau des heures et hauteurs des pleines et basses mers lors des pleines et nouvelles lunes; les heures sont comptées à partir de minuit et les hauteurs sont exprimées en millimètres.

DATES. — 1841.	HEURES.	HAUTEURS.	DATES. — 1841.	HEURES.	HAUTEURS.
Août 2	8h 0m	878mm	Septemb. 1	7h 20m	973mm
	14.15	740		14.15	816
	20.18	980		19.55	1037
3	3.30	772	2	3. 5	835
	8.18	980		8.10	983
	14.27	750		15. 0	833
	21.15	995		20.35	1058
4	4. 5	787	3	3. 5	828
	8.20	906		8.35	1002
	14.57	758		15.35	820
	20.45	972		21. 7	1040
16	7.25	932	15	7.45	962
	13.22	720		14. 0	774
	19.22	1006		19.37	1042
17	3. 0	695	16	2.30	763
	7.40	846		7.50	968
	14.15	672		15.15	763
	20.22	967		20.37	1023
18	3.40	705	17	3.35	747
	8.20	892		8.35	947
	15. 0	727		15.45	738
	21. 0	1000		20.45	923

» A l'inspection de ce tableau, on remarque que les pleines mers du soir sont beaucoup plus hautes que les pleines mers du matin : ces différences proviennent de l'influence de la marée diurne, et l'on voit combien il était

important d'avoir des observations de nuit. Sans cette précaution, il n'aurait guère été possible de soupçonner l'existence de la marée diurne, d'autant plus que les hauteurs des basses mers n'en paraissent pas sensiblement affectées; on aurait conséquemment obtenu, soit pour la hauteur du *niveau moyen*, soit pour la grandeur de l'*unité*, des résultats erronés.

» A l'époque des syzygies solsticiales, la marée diurne de Brest est environ le 35^{me} de la marée semi-diurne, tandis qu'à Toulon la première surpasse la moitié de la seconde. Ainsi donc, tandis que la marée semi-diurne s'affaiblit énormément en se transmettant, par le détroit de Gibraltar, dans la Méditerranée, la grandeur de la marée diurne reste à peu près constante.

» Un autre fait bien remarquable, c'est que l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant de l'action des astres sur la mer, et l'instant de la manifestation de cette action dans le port de Toulon, est à peu près de 38^h pour la marée semi-diurne, comme à Brest, tandis que, pour la marée diurne, cet intervalle de temps est environ le double!

» Je vais maintenant présenter ici le tableau des principaux résultats que j'ai obtenus d'après les observations des mois d'août et septembre 1841.

» Relativement au zéro de notre échelle, on a :

Hauteur du niveau moyen ...	0^m,870
Hauteur du zéro de l'échelle des ingénieurs des Ponts et Chaussées, placée à l'entrée des bassins	0 ,450
Partie supérieure de la tablette du quai, située sur le prolongement de l'axe de la rue de l'Hôtel-de-Ville.	1 ,074
Unité de hauteur	0 ,112
Établissement du port de Toulon = 7^h 46^m.	

» Relativement à la marée diurne, son plein arrive à 8^h 23^m du soir pendant les syzygies d'été, c'est-à-dire depuis le 22 mars jusqu'au 22 septembre. L'inverse a lieu en hiver: le *plein* de la marée diurne se manifeste à 8^h 3^m du matin, et la *basse* mer à 8^h 23^s pendant les syzygies, de sorte que les marées du matin sont alors plus hautes que celles du soir.

» Je suis, etc.»

Après avoir donné communication de cette Lettre, le Secrétaire fait ressortir combien les résultats de M. Chazalon, s'ils viennent à être con-

firmés, auront de l'importance, même en ne les envisageant que sous le point de vue physique. « Il n'en faut pas davantage, ajoute M. Arago, pour émettre le vœu que l'administration de la marine se décide à consacrer à l'établissement de *maréomètres* et aux observations des oscillations des mers qui baignent nos côtes, les fonds qui, tous les ans, figurent au budget de l'État pour cet objet. Un plus long ajournement nuirait essentiellement au progrès des sciences et de la navigation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note relative au Mémoire sur les marées du golfe de Naples; par* M. **Antonio Nobile**.

L'Académie royale des sciences de Naples ayant chargé M. Antonio Nobile d'étudier les mouvements oscillatoires de la mer dans le golfe de Naples, ce savant vient de communiquer le résultat de son travail à l'Académie des Sciences de l'Institut. Nous croyons utile d'en présenter ici le résumé.

« La hauteur de la mer a été observée d'heure en heure pendant les quatre derniers mois de l'année 1840, et pendant les mois de janvier, juillet et août 1841. Ces observations ont été faites dans la petite pêcherie du palais Cirelli de Sainte-Lucie : ce lieu est parfaitement abrité, et ne communique avec la mer que par deux ouvertures fort étroites, de sorte que les grandes agitations produites par le vent sont très-affaiblies lorsqu'elles s'y font sentir.

» La division zéro de l'échelle des observations a été rapportée à un repère fixe, le *pavé de la grande salle située au premier étage du palais Cirelli.* M. Fedele Amante a trouvé, par un nivellement très-exact, que ce pavé était à $8^m,2878$ au-dessus du zéro de l'échelle. La détermination d'une surface de repère est très-importante, et ne devrait jamais être omise.

» D'après la discussion des observations, M. Nobile arrive aux conclusions suivantes :

» 1°. Malgré les grandes variations atmosphériques, les marées se sont toujours nettement manifestées, et les marées *maxima* arrivent un jour ou deux après après la syzygie ;

» 2°. Le niveau moyen correspond à la division $0^m,601$ de l'échelle ; il est donc à $7^m,6868$ au-dessous du pavé de la grande salle du palais Cirelli ;

» 3°. L'unité de hauteur est $0^m,180$;

» 4°. L'établissement du port est $9^h\,23^m$.

» Nous ferons remarquer ici que l'établissement se compte générale-

ment à partir du midi, tandis que l'heure précédente est l'heure du matin. Pour rapporter cette heure à la pleine mer du soir, nous y ajouterons 19^m, car tel est le retard moyen de la marée, du matin au soir, à l'époque des syzygies; nous aurons ainsi $9^h 42^m$ pour l'établissement du port à Naples.

» M Nobile a examiné les variations du niveau moyen selon la direction du vent, et a formé le tableau suivant :

VENTS.	NOUVEAU MOYEN.
O. S. O.	...... 0^m,6817
S. S. O.	...... 0 ,6702
O.	...... 0 ,6662
S. O.	...... 0 ,6519
S. S. E.	...... 0 ,6457
E. S E	...... 0 ,6230
O. N. O.	...... 0 ,6080
S.	...... 0 ,6056
E. N. E.	...... 0 ,5821
S. E.	...... 0 ,5721
N. E.	...... 0 ,5765?
N. O.	...... 0 ,5457
E.	...... 0 ,5167
Calme	...... 0 ,4909
N.	...... 0 ,4785
N. N. E.	...... 0 ,4583

» Ce tableau nous montre que la plus grande élévation du niveau moyen a lieu par les vents de O. S. O., et la plus petite par les vents N. N. E.; le même fait se reproduit sur nos côtes occidentales. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un ouragan qui a dévasté la commune de Sallèles-d'Aude, arrondissement de Narbonne* (Aude). — Extrait d'une Lettre de M. **Hortala**, desservant de la paroisse de Sallèles, à M. *Arago*.

« .... Les 17, 18, 19, 20, 21 et 22 août avaient été marqués par une chaleur étouffante. Le 22, calme profond à 2 heures du soir; à 6 heures, deux orages, l'un du côté des Pyrénées, au sud-ouest, l'autre à côté de la montagne Noire, au nord; vent impétueux du couchant à $6^h 45^m$. Le 23,

temps couvert jusqu'à 9 heures du matin; soirée brûlante sans nuages; calme profond.

» Le 24, le vent du sud régnait, le ciel était très-couvert; à 10 heures du matin le tonnerre se faisait entendre, le bruit en était sourd, la chaleur excessive; éclairs aux sud-ouest, nord-ouest, nord, nord-est; tonnerres aux mêmes points; à 11 heures, les éclairs étaient devenus plus sensibles; on entendait de grands éclats de tonnerre; à midi, le vent de mer ou d'Autan, ainsi vulgairement nommé dans le pays, soufflait fortement, la pluie tombait à grosses gouttes; au nord, de grands nuages sombres s'échappaient rapidement sur un ciel d'une blancheur blafarde, emportés par le vent du sud-est; au midi, des nuages, également chargés, avançaient, se confondant dans des groupes d'une immobilité effrayante, formant un mur dont les extrémités se rattachaient au sud-ouest d'une part, et au nord de l'autre : ces masses de nuages étaient à leur base d'un blanc terne, d'une teinte noire à leurs sommités; à $12^{h}\ 30^{m}$, le tonnerre résonnait de toutes parts, il était sur nos têtes; les éclairs étaient rares, peu sensibles; on avait peine à respirer, il faisait presque nuit.

» A une heure, un nuage noir descend tout à coup comme une colonne d'une montagne voisine, le Pech-de-Ricaud, premier échelon des monts Pyrénéens, formant avec la colline isolée de Saint-Cyr, à l'est de Sallèles, un détroit par où débouche l'Aude, de la plaine de Saint-Nazaire dans celle de Coursan, quand celle-ci, se rapprochant des dernières collines de la montagne Noire, laisse au canal du Midi un étroit passage.

» Arrivé dans la plaine, le nuage grossissait toujours; il rasait la terre, marchant avec grand bruit, suivant la direction du vent du sud, qui dominait dans ce moment. Bientôt le météore mugit avec fureur, traverse la rivière de l'Aude, abat, renverse ce qui s'oppose à son passage, déracine des arbres, en tord d'autres OU LES FAIT ÉCLATER, en rompt une infinité, en disperse des milliers.

» Devenu plus menaçant, il chemine avec un bruit semblable aux éclats redoublés du tonnerre, emportant les débris des arbres, des vignes, qui volaient devant lui, lançant au loin la terre et les sables qu'il soulevait mêlés de pluie. Les habitants de Sallèles, saisis de frayeur, avaient fui dans leurs maisons : une minute encore, des cris de terreur, de désespoir, de détresse se font entendre partout. Ce lieu n'offre plus que le spectacle désolant de monceaux de vitres cassées, de châssis brisés en éclats et de décombres de toute nature. *Des espagnolettes en fer sont emportées, faussées ou rompues ;* le pavé des appartements *sillonné, labouré en tous*

sens ; les rideaux déchiquetés, les plafonds endommagés, soulevés, enfoncés ; les cloisons renversées, fracassées ; *des montants de pierre sont séparés du corps des murs*, ou culbutés ; les tuiles sont cassées, dispersées, les toitures en partie enlevées, les murailles démolies ; *les enseignes des hôtels, les plaques des compagnies d'assurance, les girouettes sont arrachées, jetées au loin sans que l'on en ait trace. A l'intérieur comme à l'extérieur des maisons, les feuilles métalliques, les métaux, le fer, la tôle surtout et les pointes ou chevilles de fer enfoncées bien avant dans les murs ont été généralement affectés.* CENT-VINGT maisons ont éprouvé le délâbrement le plus pitoyable.

» Tout ce désordre a été fait dans le sens de la marche de la trombe, qui a décrit une spirale. Le météore ayant disparu, le tonnerre s'est fait entendre par intervalles avec beaucoup de fracas pendant l'espace de 30 minutes. La pluie tombait en abondance au passage de la trombe ; elle a cessé une fois le phénomène destructeur disparu. Il s'est échappé par *sauts* et par *bonds* dans la campagne, continuant au loin ses ravages, arrachant et *emportant dans son cours les oliviers et des arbres séculaires, desséchant en partie des vignes, et* BRULANT LE FEUILLAGE DES HAIES VIVES. La couleur du *météore était souci foncé, vers le bas ; vers le haut il paraissait enflammé.*

» Depuis ce jour la température est froide dans notre pays. »

M. MAMIANI transmet les principaux résultats des *observations météorologiques* qui ont été faites à *Pesaro* dans le cours des douze derniers mois. Il indique en particulier deux légers tremblements de terre, ressentis l'un le 23 janvier, l'autre le 20 avril de cette année. Un vent de mer d'une chaleur excessive, qu'il compare au simoun, s'est fait ressentir les 21 et 26 juillet ; le même phénomène a été observé le 18 du même mois de l'année précédente. Les étoiles filantes de la nuit du 10 au 11 août ont été nombreuses : leur direction était du nord au sud ; elles laissaient en général de longues traînées de lumière.

M. DE JOUFFROY adresse un procès-verbal du premier essai fait à la mer de son *nouveau système de locomotion pour les bateaux à vapeur.* Les signataires du Rapport sont tous favarables à l'invention de M. de Jouffroy.

M. GAILHARD adresse des considérations générales sur les *éclipses.*

M. PETER SUHR écrit de Hambourg relativement à la fréquence avec la-

quelle, suivant les renseignements qu'il a recueillis, les *rails des chemins de fer* seraient frappés de la *foudre*.

M. **Buisson** sollicite de nouveau un Rapport sur les diverses communications qu'il a faites à l'Académie relativement à la *rage* et au mode de traitement qu'il propose contre cette terrible affection.

La séance est levée à cinq heures un quart. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 10; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, 3e série, tome V, juillet 1842; in-8°.

Traité de Géodésie, ou Exposition des méthodes trigonométriques et astronomiques applicables à la mesure de la Terre et à la construction des canevas des cartes topographiques; par M. PUISSANT; 3e édit., tome II; in-4°.

Clinique chirurgicale de l'hôpital de la Pitié; par M. LISFRANC; tome II; in-8°.

Dissertation sur quelques recherches météorologiques faites dans le département de Lot-et-Garonne; par M. MENIGAULT; Agen, 1842; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; août 1842; in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. Bulletin des séances, compte rendu mensuel; par M. SOULANGE-BODIN; tome II; n° 15; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; janvier et février 1842; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; septembre 1842, in-8°.

Observations sur un nouveau genre de Saurien fossile, le Neustosaurus Gigondarum; *par* M. E. RASPAIL neveu; in-8°.

Mémoire sur l'emploi des contre-poids auxiliaires pour recueillir la force produite par la descente des voitures ou convois, sur les rampes des routes ordinaires et des chemins de fer, et pour rendre cette force à la montée; par M. P. BRETON; in-4°.

Revue zoologique; n° 8.

Journal des Haras; septembre 1842; in-8°.

Lettre adressée à l'Institut de France, sur la guérison du Bégaiement au moyen d'une nouvelle opération chirurgicale; par M. DIEFFENBACH; Berlin, 1841; in-8°.

Astronomische.... *Recherches astronomiques; par* M. F.-W. BESSEL; Ier vol.; Kœnisberg, 1841; in-4°.

Vingt-un Opuscules de M. J.-D. NARDO, *en latin et en italien, sur divers sujets*

d'Histoire naturelle et de Médecine, publiés à Venise et à Padoue; in-8° et in-4°.

Su alcuni... *Sur quelques applications économiques du* Pinus maritima; *par* M. L. NARDO; Venise, 1834; in-8°.

De Corticis Pini maritimæ analysi chimica et medico usu; auctore L. NARDO; Patavii, 1831; in-8°.

Descrizione... *Description du cercle méridien de l'Observatoire de Padoue, suivie d'un Catalogue des étoiles fixes pour l'année* 1840; *par* M. J. SANTINI; Padoue; in-4°.

Dei Nodi... *Des Nœuds thermo-électriques de l'appareil voltaïque; par* M. F. ZANTEDESCHI; Vicence, 1841; in-4°.

Sopra... *Sur quelques phénomènes que présentent les pôles d'un électromoteur voltaïque; par* le même; Venise, 1842; in-8°.

Elenco... *Catalogue raisonné des principaux travaux scientifiques de* M. F. ZANTEDESCHI; Venise, 1842; in-4°.

Lettera... *Lettre de* M. F. ZANTEDESCHI *au docteur* Fusinieri, *sur l'Induction dynamique à travers des enveloppes et des diaphragmes de fer;* ½ feuille in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 37.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 106 à 108.

L'Expériencc; n° 271.

L'Écho du Monde savant; nos 19 et 20.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 SEPTEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Addition à la Note sur la diffraction de la lumière; par M.* AUGUSTIN CAUCHY.

« J'ai indiqué, dans la dernière séance, une formule qui simplifie notablement les calculs relatifs à la diffraction. Cette formule est la suivante :

$$(1)\qquad \int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} e^{x\sqrt{-1}}\, dx = e^{\left(a+\frac{\pi}{2}\right)\sqrt{-1}} \int_0^\infty \left(a + y\sqrt{-1}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{-y} dy,$$

ou plutôt celle qu'on en déduit quand on développe

$$\left(a + y\sqrt{-1}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

suivant les puissances ascendantes de y. On trouve ainsi

$$(2)\qquad \int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} e^{x\sqrt{-1}}\, dx = a^{-\frac{1}{2}} e^{\left(a+\frac{\pi}{2}\right)\sqrt{-1}} \left(A - B\sqrt{-1}\right),$$

les valeurs de A, B étant

$$(3)\quad A = 1 - \frac{1.3}{(2a)^2} + \frac{1.3.5.7}{(2a)^4} - ,\ldots,\quad B = \frac{1}{2a} - \frac{1.3.5}{(2a)^3} + \ldots;$$

puis on en conclut

$$(4)\quad \begin{cases} \int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \cos x dx = a^{-\frac{1}{2}}(B \cos a - A \sin a), \\ \int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \sin x dx = a^{-\frac{1}{2}}(A \cos a + B \sin a). \end{cases}$$

Donc, pour obtenir les valeurs approchées des intégrales

$$\int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \cos x\, dx,\quad \int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \sin x\, dx,$$

il suffira de calculer les vapeurs approchées des quantités A et B. Or nous avons donné les formules (3) comme propres à remplir ce but, lorsque la valeur de a devient considérable. Cette assertion peut paraître singulière au premier abord, attendu que les séries comprises dans les formules (3) sont évidemment divergentes. Mais nous allons voir que les restes qui complètent ces séries arrêtées après un certain nombre de termes convenablement choisis, deviennent généralement très-petits pour de grandes valeurs de a.

» On a généralement, en prenant pour a une constante réelle ou imaginaire dont la partie réelle soit positive,

$$\int_0^\infty \frac{dx}{a + x^2} = \frac{\pi}{2} a^{-\frac{1}{2}},$$

par conséquent

$$(5)\quad a^{-\frac{1}{2}} = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{dx}{a + x^2};$$

puis on en conclut, en remplaçant a par $a + y\sqrt{-1}$,

$$(6)\quad (a + y\sqrt{-1})^{-\frac{1}{2}} = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{dx}{a + x^2 + y\sqrt{-1}}.$$

D'ailleurs on aura encore

$$\frac{1}{a + x^2 + y\sqrt{-1}} = \frac{1}{a + x^2} - \frac{y\sqrt{-1}}{(a + x^2)^2} + \ldots \mp \frac{(y\sqrt{-1})^{n-1}}{(a + x^2)^n} + r_n,$$

la valeur de r_n étant

$$r_n = \pm \frac{(y\sqrt{-1})^n}{(a+x^2)^n(a+x^2+y\sqrt{-1})},$$

ou, ce qui revient au même,

$$\frac{1}{a+x^2+y\sqrt{-1}} = \frac{1}{a+x^2} + \frac{y\sqrt{-1}}{1} \mathrm{D}_a\left(\frac{1}{a+x^2}\right) + \ldots\ldots$$
$$\ldots + \frac{(y\sqrt{-1})^{n-1}}{1.2\ldots(n-1)} \mathrm{D}_a^{n-1}\left(\frac{1}{a+x^2}\right) + r_n,$$

la valeur de r_n étant

$$(7) \qquad r_n = \left(1 + \frac{y\sqrt{-1}}{a+x^2}\right)^{n-1} \frac{(y\sqrt{-1})^n}{1.2\ldots n} \mathrm{D}_a^n\left(\frac{1}{a+x^2}\right),$$

et, par suite, on tirera des formules (5) et (6)

$$(8) \quad (a+y\sqrt{-1})^{-\frac{1}{2}} = a^{-\frac{1}{2}} + \frac{y\sqrt{-1}}{1} \mathrm{D}_a\left(a^{-\frac{1}{2}}\right) + \ldots\ldots$$
$$\ldots + \frac{(y\sqrt{-1})^{n-1}}{1.2\ldots(n-1)} \mathrm{D}_a^{n-1}\left(a^{-\frac{1}{2}}\right) + \frac{2}{\pi}\int_0^\infty r_n\,dx.$$

Si maintenant on intègre par rapport à y, et entre les limites

$$y = 0, \quad y = \infty,$$

les deux membres de l'équation (8) multipliés par le produit

$$e^{-y}\,dy,$$

alors, en ayant égard à la formule

$$\int_0^\infty y^n e^{-y}\,dy = 1.2.3\ldots n,$$

on trouvera

$$\int_0^\infty (a+y\sqrt{-1})^{-\frac{1}{2}} e^{-y}\,dy = a^{-\frac{1}{2}}\left[1 - \frac{1}{2a}\sqrt{-1} - \frac{1.3}{(2a)^2} + \ldots + \frac{1.3\ldots(2n-3)}{(2a)^{n-1}}(-\sqrt{-1})^{n-1}\right]$$
$$+ \frac{2}{\pi}\int_0^\infty\int_0^\infty r_n e^{-y}\,dy\,dx.$$

D'autre part, il résulte de la formule (1), comparée à la formule (2), que la valeur exacte de $A - B\sqrt{-1}$ est

$$A - B\sqrt{-1} = a^{\frac{1}{2}}\int_0^\infty (a + y\sqrt{-1})^{-\frac{1}{2}} e^{-y} dy.$$

On aura donc

$$(9)\quad A - B\sqrt{-1} = 1 - \frac{1}{2a}\sqrt{-1} - \frac{1.3}{(2a)^2} + \ldots + \frac{1.3\ldots(2n-3)}{(2a)^{n-1}}(\sqrt{-1})^{n-1} + \frac{2}{\pi} a^{\frac{1}{2}} \int_0^\infty \int_0^\infty r_n e^{-y} dy\, dx.$$

De cette équation il résulte que, si dans les seconds membres des formules (3) on conserve seulement les termes qui renferment les puissances de $\frac{1}{2a}$ dont le degré est inférieur à n, l'erreur commise sur les valeurs des deux quantités A, B ne pourra dépasser le module de l'intégrale

$$(10)\quad \frac{2}{\pi} a^{\frac{1}{2}} \int_0^\infty \int_0^\infty r_n e^{-y} dy\, dx.$$

D'ailleurs il suit de la formule (7) que le module de r_n est inférieur au module du produit

$$\frac{y(\sqrt{-1})^n}{1.2\ldots n} D_a^n \left(\frac{1}{a + x^2}\right),$$

et l'on en conclut immédiatement que le module de l'intégrale (10) ne surpasse pas le module du produit

$$\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{(2a)^n}(-\sqrt{-1})^n,$$

c'est-à-dire le module du terme qui, dans le développement de $A + B\sqrt{-1}$, serait proportionnel à la $n^{\text{ième}}$ puissance du rapport $\frac{1}{2a}$. Donc ce module, ou la fraction

$$(11)\quad \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{(2a)^n},$$

sera une limite supérieure à l'erreur que l'on pourra commettre, sur la valeur de A ou de B, quand on tirera cette valeur des formules (3), en y conservant seulement les puissances de $\frac{1}{2a}$ d'un degré inférieur à n. Or, si la valeur de a devient un peu grande, le rapport (11) deviendra très-petit pour des valeurs de a convenablement choisies, et en particulier quand on prendra pour n le plus grand nombre entier compris dans a. Donc alors les formules (3) offriront les moyens de calculer avec une grande approximation les valeurs des intégrales

$$\int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \cos x\, dx, \quad \int_a^\infty x^{-\frac{1}{2}} \sin x\, dx.$$

Ces valeurs étant obtenues, on en déduira immédiatement celles des intégrales

$$(12) \quad \begin{cases} \int_0^a x^{-\frac{1}{2}} \cos x\, dx = \left(\frac{\pi}{2}\right)^{\frac{1}{2}} - a^{-\frac{1}{2}} (\mathrm{B} \cos a - \mathrm{A} \sin a), \\ \int_0^a x^{-\frac{1}{2}} \sin x\, dx = \left(\frac{\pi}{2}\right)^{\frac{1}{2}} - a^{-\frac{1}{2}} (\mathrm{A} \cos a + \mathrm{B} \sin a). \end{cases}$$

» Les formules (4) et (12) sont spécialement utiles dans le cas où la valeur de a devient un peu grande. Dans le cas contraire, on obtiendrait facilement les valeurs des intégrales

$$\int_0^a x^{-\frac{1}{2}} \cos x\, dx, \quad \int_0^a x^{-\frac{1}{2}} \sin x\, dx,$$

en développant sous le signe $\int$ le facteur $\cos x$ ou $\sin x$ en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de x. On trouverait ainsi

$$(13) \quad \begin{cases} \int_0^a x^{-\frac{1}{2}} \cos x\, dx = 2a^{\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{1}{5}\frac{a^2}{1.2} + \frac{1}{9}\frac{a^4}{1.2.3.4} - \ldots\ldots \right), \\ \int_0^a x^{-\frac{1}{2}} \sin x\, dx = 2a^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{3}\frac{a}{1} - \frac{1}{7}\frac{a^3}{1.2.3} + \frac{1}{11}\frac{a^5}{1.2.3.4.5} - \ldots \right). \end{cases}$$

» Si, dans les formules (12), on pose

$$x = \frac{\pi}{2} z^2, \quad a = \frac{\pi}{2} m^2,$$

m désignant une quantité positive, elles donneront

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned} \int_0^m \cos\frac{\pi z^2}{2}\,dz &= \frac{1}{2} - \mathrm{N}\cos\frac{m^2\pi}{2} + \mathrm{M}\sin\frac{m^2\pi}{2},\\ \int_0^m \sin\frac{\pi z^2}{2}\,dz &= \frac{1}{2} - \mathrm{M}\sin\frac{m^2\pi}{2} - \mathrm{N}\sin\frac{m^2\pi}{2},\end{aligned}\right.$$

les valeurs de M, N étant

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{M} &= \frac{1}{m\pi}\left(1 - \frac{1.3}{m^4\pi^2} + \frac{1.3.5.7}{m^8\pi^4} - \ldots\right),\\ \mathrm{N} &= \frac{1}{m\pi}\left(\frac{1}{m^2\pi} - \frac{1.3.5}{m^6\pi^3} + \ldots\right),\end{aligned}\right.$$

ou, ce qui revient au même,

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{M} &= \frac{0,31831}{m} - \frac{0,09675}{m^5} + \frac{0,34311}{m^9} - \text{etc.},\\ \mathrm{N} &= \frac{0,10132}{m^3} - \frac{0,15399}{m^7} + \text{etc.}\end{aligned}\right.$$

» Si, pour fixer les idées, on attribue successivement à m les valeurs entières

2, 3, 4, 5,

on conclura des formules (14) et (16) que les valeurs des intégrales

$$\int_0^m \cos\frac{\pi z^2}{2}\,dz,\quad \int_0^m \sin\frac{\pi z^2}{2}\,dz,$$

sont,

pour $m = 2$,	0,4885,	0,3432,
3,	0,6058,	0,4962,
4,	0,4984,	0,4205,
5,	0,5638,	0,4992.

Ces valeurs sont exactes jusqu'au dernier chiffre, et coïncident, pour $m = 2$, avec celles que Fresnel a trouvées par une méthode d'approximation de laquelle il a déduit, avec plus de peine et moins d'exactitude, les valeurs correspondantes à $m = 3$, $m = 4$, $m = 5$, etc. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières sucrées de la betterave et du maïs ; par* M. **Pelouze.**

« Dans un travail que j'ai publié il y a douze ans, j'ai indiqué que, contrairement à l'opinion généralement reçue alors, la betterave ne renfermait pas d'autre matière sucrée que le sucre cristallisable, c'est-à-dire le sucre identique avec celui de canne. Ce résultat, confirmé dans ces derniers temps par M. Péligot, et étendu par lui à la canne elle-même, me paraissait hors de doute, quand M. Biot est venu, dans la dernière séance, faire connaître les résultats des recherches expérimentales qu'il a entreprises avec M. Soubeiran sur les produits sucrés du maïs.

» D'après eux, deux espèces de sucre différentes existent simultanément dans le maïs, et, par analogie, on devait croire que la betterave et la canne contiennent, comme cette dernière plante, une quantité minime de sucre autre que celui de canne.

» J'ai donc cru devoir contrôler mes premiers résultats par de nouvelles expériences.

» M. Frommer a appliqué dernièrement à l'analyse qualitative des sucres la propriété que ces substances possèdent toutes, à l'exclusion du sucre de canne, de réduire facilement les sels de cuivre au milieu d'une liqueur alcaline.

» Je me suis d'abord assuré de la sensibilité de ce procédé : elle est telle, que j'ai pu reconnaître la présence du sucre de raisin dans de l'eau qui n'en renfermait pas au delà de 4 à 5 milligrammes par litre, alors, d'ailleurs, que cette eau contenait les quantités les plus diverses de sucre de canne.

» J'ai constaté, en second lieu, que le jus de la betterave ne contient absolument que du sucre cristallisable, quand on a soin de l'examiner au moment même de son extraction. Le réactif de M. Frommer n'y détermine aucun trouble, même à 100 degrés.

» D'un autre côté, en ajoutant à un litre de jus de betterave quelques gouttes du liquide retiré par l'expression d'un seul grain de raisin, il est très-facile de constater immédiatement la présence du sucre de la seconde espèce dans le mélange.

» Le suc de betterave abandonné à lui-même s'altère avec rapidité, et, après quelques heures, on y reconnaît, comme on pouvait s'y attendre, la présence d'une quantité très-sensible de sucre de la seconde espèce.

» Le suc extrait des tiges de maïs, soit en les râpant, soit en les exprimant, donne, avec le sulfate de cuivre alcalin, l'indice de l'existence d'un sucre autre que celui de canne. Cette expérience s'accorde avec le résultat annoncé par MM. Biot et Soubeiran.

» J'ajouterai, en terminant cette Note, qu'un de mes élèves, M. Barreswil, est parvenu, après avoir vaincu de nombreuses difficultés, à appliquer à l'analyse quantitative du sucre de canne le procédé de M. Frommer, convenablement modifié. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Examen chimique et microscopique d'une poudre recueillie à Amphissa, en Grèce, après une pluie lente et douce; par* M. DUFRÉNOY.

« M. le docteur Bouros, professeur de médecine à Athènes et conseiller près le ministère de l'Intérieur, a écrit à l'Académie que, dans la nuit du 24 au 25 du mois de mars dernier, il était tombé en Grèce une pluie lente et douce, tenant en suspension une matière terreuse rougeâtre très-fine : les toits des maisons, les feuilles des arbres étaient recouverts d'une couche mince de limon terreux, et tous les vases qui s'étaient trouvés par hasard à découvert avaient été remplis d'une eau bourbeuse rougeâtre, semblable à celle que les torrents roulent lorsqu'ils débordent sur un terrain ferrugineux.

» D'après les rapports officiels adressés au Ministre de l'intérieur par les gouverneurs des provinces, cette pluie s'était étendue sur la Phocide, sur une partie de l'OEtolie, en Achaïe; sur les communes de Patras, de Vostilsa et de Pharès; sur toute la surface des départements de Messénie, de Laconie, de Lacédémone, de Mantinée et de Cynouzie; sur les rivages du golfe de Salonique, enfin sur l'Argolide; ce phénomène singulier s'est donc montré sur presque tout le Péloponnèse, et M. le docteur Bouros a pensé avec raison que sa généralité lui donnait de l'intérêt scientifique; il a en conséquence recueilli du sédiment terreux provenant de la pluie tombée à Amphissa, et, après l'avoir desséché, il en a adressé une petite quantité à l'Académie, en témoignant le désir que l'analyse en fût faite.

» L'Académie m'a chargé de ce travail, et je viens lui rendre compte de la mission qu'elle m'a confiée.

» La faible quantité de matière envoyée par M. Bouros, seulement $0^{gr},423$, ne m'a pas permis d'en faire une analyse complétement rigoureuse; néanmoins les résultats combinés de cette analyse et de l'examen microscopique me permettent d'assurer que la poussière qui colorait la pluie du 25 mars avait été enlevée de la surface du sol par un phénomène atmosphérique ou terrestre.

» Cette poussière, d'un rouge de brique, quoique très-ténue, n'est cependant pas impalpable. On y distingue même à l'œil nu des grains dont les dimensions sont appréciables; plusieurs, que nous avons pu isoler facilement après la digestion dans l'acide, mesurés sous le microscope, avaient un diamètre de $1^{mm},2$; ils pesaient environ $2^{mg},5$.

» Quoique M. Bouros ait eu le soin de faire dessécher la poussière que j'ai analysée, elle contenait cependant encore environ 16 pour 100 d'eau; une grande partie de ce liquide avait sans doute été absorbée depuis par l'action hygrométrique de la poussière, et une certaine quantité était combinée avec le peroxyde de fer, qui entre pour près d'un quart dans cette matière terreuse.

» Les $0^{gr},3595$ obtenus après la calcination ont été soumis à l'action prolongée de l'eau régale bouillante; il s'est manifesté une vive effervescence et il est resté un résidu sablonneux pesant $0^{gr},1695$.

» J'ai trouvé successivement dans la liqueur 0,10 de peroxyde de fer et 0,051 de chaux; j'y ai recherché inutilement du nickel et du cobalt : cette circonstance, jointe à la présence du carbonate de chaux, montre avec évidence que la poussière dont la pluie du 25 mars était chargée ne présente aucune analogie de composition avec les aérolithes.

» En réunissant les nombres que je viens d'indiquer, on trouve, pour la composition totale de la poussière :

	En poids.	En centièmes.
Eau hygrométrique et combinée avec le peroxyde de fer.	$0^{g},0635$	16
Carbonate de chaux.	0,0900	21
Peroxyde de fer.	0,1000	23
Résidu insoluble.	0,1695	40
	0,4230	100

» Le résidu, examiné au microscope, se composait de grains tous cristallins, mais anguleux et fragmentaires. On y a distingué :

» 1°. Des lamelles de mica argentin très-brillantes;

» 2°. Du quartz hyalin à cassure conchoïde;

» 3°. Des fragments blancs laiteux, demi-translucides, à cassure lamelleuses, analogues à du feldspath;

» 4°. Des grains bruns rougeâtres ressemblant au grenat?

» 5°. Des grains d'un noir brillant, légèrement attirables à l'aimant, et que le chalumeau a montrés être du fer titané;

» 6°. Des parties bacillaires noires, analogues à de la tourmaline?

» 7°. Des fragments de quartz hyalin, pénétrés de ces mêmes baguettes noires, et semblables au *schorl-rock* (hyalo-tourmalite), si fréquent dans les terrains primitifs.

» Pour compléter autant que possible le travail que l'Académie m'avait confié, j'ai fondu ce sable au creuset d'argent avec de la potasse caustique, et j'y ai trouvé :

	En poids.	En centièmes.
Silice colorée par du fer.....	0g,140	88,20
Alumine, chaux, etc.........	0,019	11,90
	0,159	100,00

» La forte proportion de silice est d'accord avec la grande quantité de quartz révélée par le microscope.

» Les minerais que j'ai indiqués comme analogues au grenat et à la tourmaline étant en fort petite quantité, la plus grande partie de l'alumine doit appartenir à du feldspath; ce minéral doit donc entrer pour 40 à 45 pour 100 dans la composition du résidu insoluble.

» Il résulte des différents faits que nous venons d'exposer, que la poussière déposée par la pluie tombée le 13 mars en Grèce contient, approximativement :

Carbonate de chaux................	24
Hydrate de peroxyde de fer........	31
Sables granitiques................	45
	100

» Elle est exactement composée comme le serait une poussière formée par le mélange de détritus de roches anciennes et de roches calcaires, analogues à celles qui composent le sol de la Grèce.

» L'Académie m'avait, il y a environ deux ans, chargé d'un travail analogue pour une poussière recueillie au Vernet par M. le commandant

Coudert; le résultat de mon examen m'avait conduit à la même conclusion : toutefois la pluie argileuse du Vernet était tombée par un temps d'orage, et elle n'avait eu lieu que dans la seule vallée du Teta.

» Le phénomène arrivé en Grèce se présente avec des circonstances qui lui donnent plus d'intérêt: la pluie colorée du 13 mars, lente et douce, s'est étendue sur une surface considérable, elle a duré plus d'une heure, et, bien que les rapports reçus par le gouvernement grec annoncent qu'on a ressenti dans la même nuit des tremblements de terre locaux, le baromètre n'a révélé aucune perturbation dans l'atmosphère.

» Il est dès lors probable que la poussière n'est pas retombée immédiatement après avoir été soulevée, ainsi que nous croyons que cela a eu lieu au Vernet; peut-être que cette poussière, d'abord aspirée par une espèce de trombe, ou plutôt soulevée par les gaz qui s'échappent quelquefois avec abondance du sol, lors des tremblements de terre, s'est-elle distribuée d'une manière uniforme dans un nuage qui l'a retenue en suspension pendant un temps plus ou moins long : celui-ci s'étant ensuite résolu en pluie, il a abandonné graduellement cette poussière, qui s'est alors répandue sur tous les points où le nuage s'est promené.

» M. de Gallois, ingénieur en chef des Mines, a observé en 1813, à Idria en Carniole, un phénomène qui nous paraît donner quelque vraisemblance à cette opinion.

» Il rapporte que, le 14 mars de cette année, il tomba avec abondance une neige colorée en rouge, d'autant plus remarquable que les montagnes qui environnent Idria avaient depuis longtemps revêtu le manteau éblouissant qui les recouvre pendant plusieurs mois de l'année; après trois heures environ, la neige, qui continuait à tomber, reprit sa blancheur éclatante; mais on distinguait dans les escarpements et dans les coupures artificielles une couche de neige rougeâtre de 2 pouces d'épaisseur.

» M. de Gallois fit fondre plusieurs litres de cette neige colorée, et il adressa à M. Vauquelin une certaine quantité de la poussière qu'il avait recueillie. Elle était d'un jaune rougeâtre, d'une finesse extrême; cependant, malgré sa ténuité, M. Vauquelin annonce (1) qu'il y reconnut des lamelles de mica très-distinctes, ainsi que des grains noirs.

» Comme la poussière du Vernet, et celle envoyée à l'Académie par M. Bouros, elle contenait du calcaire, du peroxyde de fer et des grains in-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXIX, p. 438.

solubles dans l'acide, appartenant très-probablement, d'après l'analyse que M. Vauquelin en donne dans les *Annales de Chimie,* à des roches anciennes. Ce célèbre chimiste annonce en outre y avoir reconnu du titane. La neige colorée de la Carniole présente donc une identité presque complète avec la pluie de la Grèce.

» La comparaison que je viens d'établir me conduit naturellement à penser que la plupart des pluies chargées de matière terreuse ont pour origine les causes sans cesse agissantes à la surface de la terre ; elle apprend en outre que ce phénomène, quoique local, est susceptible d'un certain développement, enfin que les matières pulvérulentes soulevées dans l'atmosphère peuvent rester suspendues dans les nuages un temps assez long.

» M. Bouros ayant manifesté le désir de connaître l'analyse de la matière terreuse qui a donné quelque célébrité en Grèce à la pluie tombée le 25 mars, j'aurai l'honneur de proposer à l'Académie d'envoyer à ce savant un extrait de cette Note. Je lui proposerai en outre de remercier M. Bouros de sa communication et de l'inviter à vouloir bien continuer à envoyer à l'Académie la relation des faits scientifiques qui viendront à sa connaissance. »

Ces conclusions sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mémoire sur une nouvelle combinaison de chlore et d'oxygène; par* M. MILLON. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, j'ai démontré que la combinaison d'oxygène et de chlore qu'on avait appelée généralement deutoxyde de chlore, et qui a pour formule ClO^4, est un acide complexe, incapable de former des sels, et qui, au contact des bases alcalines, se convertit en chlorate et en chlorite. J'avais observé ce dédoublement dans l'action de ClO^4 sur la potasse, et confirmé sa nature par l'analyse du composé d'argent ClO^3, Ag O, lequel s'obtient par la double décomposition du chlorite de potasse et du nitrate d'argent.

» Ces premiers faits rendaient bien probable l'existence d'une nouvelle

combinaison de chlore et d'oxygène dont la formule serait ClO^3. J'ai été assez heureux pour isoler, en effet, cette dernière combinaison, pour découvrir plusieurs procédés simples qui permettent de la préparer abondamment; et, comme il arrive assez ordinairement dans les recherches chimiques, une fois ce composé nouveau bien déterminé, j'ai trouvé qu'il se formait dans les circonstances les plus nombreuses et les plus diverses.

» Je résumerai bien simplement la fréquence de cette production, et en même temps je donnerai une idée générale très-nette de ce composé, qu'il faut appeler, suivant moi, *acide chloreux,* en disant qu'il se forme toutes les fois qu'on désoxyde l'acide chlorique. L'acide chloreux est la combinaison oxygénée du chlore la plus stable, en présence d'un agent de désoxydation quel qu'il soit, pourvu qu'on se maintienne dans les limites de température au delà desquelles cet acide ou ses composés se détruisent. C'est ainsi que l'acide chloreux résiste à l'action réduisante de presque toutes les substances organiques, de presque tous les métaux, et qu'il est un produit de la calcination du perchlorate de potasse, qui donne du chlorite avant de donner du chlorure.

» J'exposerai ailleurs, avec détail, toutes les réactions qui donnent naissance à l'acide chloreux.

» Je me borne, dans cette courte Note, à décrire deux procédés de préparation qui ont chacun leur avantage, suivant les cas; j'extrairai ensuite quelques faits principaux de l'étude suivie que j'ai faite de l'acide chloreux et des chlorites.

» On obtient l'acide chloreux en introduisant dans un ballon d'une capacité de 3 à 400 cent. cubes, qu'on remplit presque jusqu'au col, un mélange d'acide tartrique, de chlorate de potasse, d'acide nitrique du commerce, pesant 1,327, et d'eau, dans les proportions suivantes :

Acide tartrique	1
Chlorate de potasse	4
Acide nitrique	6
Eau	8

» On introduit d'abord l'acide tartrique et le chlorate de potasse, grossièrement mêlés, sans pulvérisation, et l'on verse ensuite l'acide nitrique et l'eau préalablement mélangés. On adapte le reste de l'appareil, et le gaz desséché sur du chlorure de calcium tombe dans des flacons secs, ou bien se rend dans un appareil de Woolf pour se dissoudre dans l'eau.

» La réaction s'engage d'elle-même, si l'on attend quelques instants (à + 25°); mais on peut sans crainte la commencer en mettant un seul charbon allumé sous le ballon de dégagement. On chauffe ensuite de manière à ne pas dépasser la température de + 45° à + 50°.

» L'opération est terminée quand le mélange se décolore. Dans cette réaction, l'acide chloreux est mêlé d'acide carbonique.

» L'acide chloreux est un gaz d'un jaune verdâtre très-foncé : son odeur irrite fortement la gorge et les poumons; elle se confond avec celle de l'acide hypochlorique. Il décolore le papier de tournesol et le sulfate d'indigo. Il se liquéfie par le froid en un liquide rouge, d'une teinte moins foncée que celle de l'acide hypochlorique; il faut aussi un abaissement de température plus considérable. Il se décompose à + 57°, en produisant une légère secousse.

» Sa solution a une saveur caustique. Elle est verte quand le gaz est en petite quantité; elle d'un jaune d'or très-foncé quand l'eau a pris cinq à six fois son volume du gaz, ce qui paraît être la limite de sa solubilité; à + 20° cette solution tache, au bout de quelques instants, la peau en jaune.

» Une seule bulle de gaz suffit pour colorer 1 litre d'eau. C'est un pouvoir tinctorial qui ne peut être comparé qu'à celui des chromates solubles.

» Il a été impossible d'analyser ce gaz par l'appareil à boules que M. Gay-Lussac a si heureusement appliqué à l'analyse de l'acide hypochlorique ClO^4. Dans cet appareil l'acide chloreux se transforme en chlore, oxygène et acide perchlorique, lequel résiste ensuite à la chaleur d'un tube de verre chauffé au rouge dans une longueur de 40 centimètres.

» Mais le dosage des éléments se fait sans peine, à l'aide d'un petit tube de verre rempli de cuivre métallique. Le gaz, bien desséché, arrive sur le métal qui doit être chauffé dans une étendue de 7 à 8 centimètres. Si l'on ne chauffait qu'en un point, l'acide perchlorique échapperait en partie à la décomposition.

» La moyenne de trois analyses m'a donné 60,15 pour 100 de chlore, ce qui conduit à la formule ClO^3. Le calcul donne 59,65 pour 100 de chlore.

» Cette formule est confirmée, 1° par l'analyse des chlorites, qui ont pour formule générale ClO^3,MO; 2° par la densité du gaz. L'expérience a donné 2,646, et le calcul donne 2,733 : ce qui indique une condensation des 2 volumes de chlore et des 3 volumes d'oxygène en 3 volumes d'acide gazeux.

» Indépendamment des transformations de l'acide chloreux gazeux et

dissous, dans lesquelles on trouve ce composé d'une extrême sensibilité à la lumière, on observe encore, au contact de l'air humide, le phénomène suivant :

» Si l'on prend un ballon d'une capacité de 8 à 10 litres, qu'on y verse un peu d'eau, et qu'on l'agite de manière à saturer l'air intérieur d'humidité; si l'on introduit ensuite quelques gouttes d'une solution aqueuse d'acide chloreux, tenant tout au plus son volume de gaz en dissolution, on voit presque aussitôt partir du fond du ballon des vapeurs blanches très-denses, qui s'élèvent insensiblement, remplissent toute la capacité du vase, et finissent même par déborder. On obtient ainsi, à l'aide de quelques bulles d'un gaz étranger disséminé dans un réservoir relativement immense, l'image d'un brouillard épais, et pourtant le gaz, au moment de son introduction, est déjà saturé d'humidité.

» Ce phénomène dure une demi-heure environ : il s'accomplit dans une atmosphère d'hydrogène, d'acide carbonique ou d'oxygène, aussi bien que dans l'air ordinaire.

» L'acide chloreux, à l'état de gaz, se caractérise, à l'égard des métaux, par une inertie remarquable. Le cuivre, le plomb, l'étain, l'antimoine, le zinc et le fer eux-mêmes, réduits tous en limaille très-fine, restent une heure et plus dans son atmosphère sans la moindre trace d'altération. Le mercure fait exception; il absorbe le gaz, à la température ordinaire, sans laisser de résidu.

» L'acide chloreux en solution dans l'eau donne des résultats différents et très-divers entre eux. Ainsi le mercure donne des oxydo-chlorures; le cuivre, un mélange de chlorate et de chlorure; le zinc et le plomb donnent des chlorures et des chlorites. L'antimoine ne l'attaque nullement, si prolongé que soit son contact. Il se place, sous ce rapport, à côté de l'or et du platine, et après plusieurs métaux sur lesquels il l'emporte constamment par son affinité générale.

» Les oxydes présentent aussi de nombreuses particularités, et, sans parler des oxydes appartenant aux sections inférieures, les oxydes alcalins et terreux ne se combinent qu'après une grande résistance. La chaux hydratée est sans action sur le gaz, et la potasse elle-même en solution, mélangée au gaz également dissous, reste plus de 20 minutes sans donner naissance à un chlorite : on agite inutilement le mélange des deux solutions.

» La potasse, la soude et la baryte forment des chlorites acides, colorés fortement en rouge, mais qu'il est impossible d'obtenir à l'état cristallin. Quelques chlorites neutres, qui existent en solution, se décomposent par

la concentration de leur liqueur. Quelques-uns encore, tels que ceux de manganèse, de fer et de mercure, ne paraissent pas exister dans les circonstances ordinaires; mais les chlorites de plomb, d'argent, de baryte, de strontiane donnent des sels cristallins faciles à analyser.

» Tous ces chlorites, indépendamment des propriétés générales qu'on prévoit, et qui consistent dans leur décomposition et leur déflagration, présentent un caractère sensible : lorsqu'on les traite par l'acide nitrique affaibli, ils paraissent dégager un gaz jaune très-colorant, très-odorant, qui n'est autre que l'acide chloreux lui-même.

» Ce gaz se distingue du chlore, en ce que son pouvoir décolorant n'est pas détruit par une solution d'acide arsénieux dans l'acide hydrochlorique; il continue d'agir sur le sulfate d'indigo, quelle que soit l'addition d'acide arsénieux. Ce gaz se distingue encore de l'acide hypochlorique, en ce qu'il ne fournit point de chlorate avec la potasse, et peut être chassé de sa solution dans l'eau par un courant d'acide carbonique sans y laisser une trace d'acide chlorique. »

GÉOLOGIE. — *Fossiles de Colombie recueillis par* M. Boussingault *et décrits par* M. ALCIDE D'ORBIGNY. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« Pendant son voyage en Colombie, M. Boussingault a formé une nombreuse collection de roches et de fossiles d'un intérêt d'autant plus grand que son ensemble pourrait amener, par la comparaison, à connaître l'âge relatif des terrains auxquels elle appartient. En 1833 et en 1837, M. Boussingault remit ces belles collections à M. Alexandre Brongniart, qui s'était chargé d'en faire le sujet d'un travail spécial; mais, les nombreuses occupations de l'illustre collaborateur de Cuvier ne lui ayant pas permis jusqu'ici de s'occuper de cette publication, la crainte de l'ajourner encore lui fit jeter les yeux sur moi pour le suppléer à cet égard.

» Je divise mon travail en trois chapitres. Dans le premier, je m'occupe de l'histoire de la paléontologie de l'Amérique méridionale. Je passe en revue tous les auteurs qui ont signalé des fossiles d'origine marine, tels que Narborough, le père Cardiel, Molina et une foule d'autres, au milieu desquels se distingue don Antonio Ulloa, qui, en 1772, à propos des fossiles découverts par lui près des mines de Guancavelica, professe l'opi-

nion la plus remarquable relative au soulèvement des couches qui les renferment. Des auteurs du siècle passé, j'arrive aux savantes publications de M. Léopold de Buch sur les fossiles recueillis par M. Alexandre de Humboldt.

» Dans le second chapitre, intitulé : *Considérations générales*, je fais remarquer que tous les fossiles recueillis par M. Boussingault appartiennent à une bande de 75 lieues de longueur nord-est et sud-ouest, comprise entre le 4ᵉ et le 7ᵉ degré de latitude sud, dans la grande vallée de la Magdalena, entre la chaîne du Quindiu et de la Suma Paz ; que toutes les roches qui les enveloppent paraissent appartenir à une seule formation, et que ces fossiles se composent de quarante-trois espèces bien distinctes.

» Je cherche, par la comparaison, à déterminer l'âge géologique de cet ensemble de fossiles, et je finis par démontrer qu'ils dépendent des terrains crétacés, non-seulement d'après les analogies de forme des espèces, mais encore par la présence d'espèces analogues à celles que nous trouvons en Europe dans ce terrain.

» Pour arriver à déterminer l'étage du terrain crétacé auquel appartiennent les fossiles, je les présente dans un tableau, en regard des espèces les plus voisines ou analogues de notre Europe, et j'obtiens les résultats suivants : sur vingt-neuf espèces ayant des rapports avec les coquilles des terrains crétacés de France, une seule a de l'analogie avec le gault; six en ont avec les espèces de la craie chloritée, et vingt-trois avec les espèces de l'étage néocomien. Ce résultat seul suffirait pour prouver que la faune fossile recueillie en Colombie par M. Boussingault appartient aux couches inférieures du terrain néocomien; mais, de plus, de ces 80 pour 100 il s'en présente cinq tout à fait identiques qui confirment ce rapprochement. Il en résulte que toutes les considérations tendent à prouver que la faune colombienne étudiée correspond aux parties inférieures de l'étage néocomien de notre Europe, puisqu'elle montre toutes ses analogies avec les couches de cet étage du bassin parisien, et, de plus, cinq espèces identiques.

» L'identité de composition zoologique et surtout la présence d'espèces analogues dans les terrains de Colombie et dans ceux de France, annoncent une contemporanéité d'époque. De plus, cette existence d'espèces communes pourrait faire supposer une communication ancienne entre les mers néocomiennes de France et celles d'Amérique, ce qui porterait à admettre que l'Océan atlantique existait alors en un seul bassin depuis l'Europe jusqu'en Amérique. Enfin d'après les lois qui président aujourd'hui à la répartition des êtres, il fallait que la température fût presque égale entre la mer néocomienne de Colombie et celle du bassin parisien, pour que

des espèces identiques vécussent sur les deux points à la fois. Or, cette uniformité de température ne pourrait provenir que de la chaleur propre au globe terrestre. Il faut nécessairement en conclure que la terre avait alors une chaleur propre assez forte pour faire disparaître la différence qui existe aujourd'hui entre les 4^e et 49^e degrés de latitude.

ANATOMIE. — *Rapport de la structure anatomique avec la capacité fonctionnelle des poumons, dans les deux sexes et à différents âges; par* M. **Bourgery.** (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Le développement relatif des deux capacités aérienne et sanguine est soumis à l'influence de l'âge, et m'a paru inverse aux deux extrêmes de la vie.

» Dans le fœtus et le jeune enfant, les capillaires aériens ne se composent guère que des grands canaux labyrinthiques peu serrés; les cloisons, par conséquent, occupent un grand espace; les membranes qui les forment sont épaisses, molles, élastiques et rendues opaques par la densité du réseau de capillicules, qui semble même ne pas se borner à un seul plan; les intervalles des membranes sont abondamment fournis de vaisseaux annulaires avec leurs rameaux d'anastomoses, au point que les artérioles pulmonaires, dont le nombre excède beaucoup celui des veinules, donnent à toute la surface la couleur de leur injection. Enfin, ces vaisseaux annulaires n'ayant presque que la moitié en diamètre de ceux de l'adulte, et le sang n'y circulant que par quinze à trente globules de front, il est probable qu'ils concourent pour une part plus considérable à l'hématose.

» Dans l'adulte, de vingt à trente ans, les grands canaux labyrinthiques ont augmenté de diamètre; ils semblent avoir toute leur extension normale, car ils sont sensiblement égaux. J'ignore si leur nombre n'a pas varié, mais, comme je l'ai dit dans le précédent Mémoire, la substance du poumon est criblée par un nombre considérable de petits canaux, qui s'ouvrent dans les grands et divisent les cloisons. Ces dernières, plus minces, sont moins garnies de vaisseaux. Ainsi, chez l'enfant, l'appareil capillaire sanguin, si ce n'est en capacité absolue, du moins par le nombre de ses canaux, semble en quelque sorte prédominer sur l'appareil aérien; c'est le contraire chez l'adulte, où l'appareil aérien ayant acquis une extension considérable, les vaisseaux sanguins, au contraire, soit en eux-mêmes, soit en raison de l'élargissement des espaces qui les renferment, ont diminué proportionnellement en nombre et en volume.

» A mesure que le sujet s'avance dans l'âge adulte, de trente à quarante ans, puis à cinquante, et au delà, peu à peu les petits canaux labyrinthiques se détruisent, les grands se dilatent, les cloisons s'amincissent et les vaisseaux tendent à s'oblitérer graduellement, d'espace en espace, comme nous le verrons dans l'anatomie pathologique. Par la rupture partielle des membranes d'une ou deux cloisons, deux ou trois canaux se convertissent en un seul. Dans les points du poumon où cet accident se multiplie, les capillaires sanguins se rompant avec les membranes, il est évident, sous le microscope, que la chaîne des anneaux vasculaires s'interrompt sur un plan, et l'on voit, dans la profondeur, qu'elle se continue par des plans plus éloignés. Les capillaires réticulés s'amoindrissent dans la même proportion, et, au lieu de garnir tout l'espace, ne forment plus que de petites franges dans les anses conservées des vaisseaux annulaires.

» Chez les vieillards les petits canaux, presque partout détruits, ne se reconnaissent plus qu'à des vestiges épars. Les grands augmentent encore de volume dans une proportion du quart au tiers en plus de leur diamètre chez l'adulte. Les intervalles membraneux, en partie dépourvus de vaisseaux, sont resserrés. Les anneaux vasculaires eux-mêmes ont augmenté de volume, et offrent, çà et là, les artérioles surtout, des bosselures variqueuses. Ils ne se présentent plus que comme des fragments de canevas, terminés brusquement à leur contour par des segments d'anneaux, et réunis seulement les uns avec les autres par des chaînes de ces segments, ou par les rameaux des artérioles et des veinules pulmonaires. Les membranes, très-minces, sont transparentes, sèches, cassantes et surtout peu vasculaires; les réseaux de capillicules, outre qu'un grand nombre en ont disparu avec les vaisseaux annulaires, ne remplissent plus leurs aires polyédriques là où ces vaisseaux eux-mêmes sont conservés. Enfin, par le fait de la déchirure intersticielle, toujours croissante avec l'âge dans les points de centre intermédiaires aux ramuscules sanguins pulmonaires, et par la réunion de ces espaces entre eux, de tous côtés les cloisons se présentent rompues, avec ou sans écartement, et la substance du poumon, devenue généralement emphysémateuse, est remplacée, de distance à autre, par des cavernes aériennes vagues, dont les parois sont presque totalement dépourvues de vaisseaux; en sorte que, de la quantité d'air considérable que renferme l'organe, une grande partie est insignifiante pour l'hématose.

» Ainsi, par les phases d'une seule fonction, dont l'énergique influence domine toutes les autres, se trouvent nettement exprimées les différences fondamentales de l'organisme aux deux âges extrêmes de la vie. Dans la

jeunesse, l'activité des fonctions proclame la vive excitation imprimée à tous les appareils par un sang *éminemment artériel.*

» Dans la vieillesse, au contraire, la langueur des fonctions trahit la présence dans les artères d'un sang *chaque jour de plus en plus veineux.*

» En un mot (s'il m'est permis de terminer par une image empruntée de l'anatomie comparée), au point de vue particulier de l'hématose pulmonaire et de l'influence qu'elle exerce sur tout l'organisme, l'homme, ou, d'une manière plus générale, le mammifère, par l'ampliation et le rétrécissement des surfaces sanguines d'absorption gazeuse, aux deux âges opposés de la vie, se rapproche des deux classes de vertébrés qui présentent les termes extrêmes de la respiration aérienne.

» En effet, chez l'enfant, à mesure qu'il avance vers l'adolescence, le poumon, d'année en année, offrant à l'air de nouvelles surfaces sanguines, la respiration, par son développement, si ce n'est par la force de ses organes, ressemble de plus en plus à celle de l'oiseau. Chez le vieillard, à mesure qu'il entre dans la décrépitude, le poumon se décomposant par degrés en cavernes aériennes qui diminuent dans la même proportion les surfaces sanguines, la respiration, et par son volume réel et par les altérations de structure de l'organe dans lequel elle s'opère, ressemble de plus en plus à celle du reptile. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mémoire sur quelques produits dus à l'action réciproque de l'éthal et du sulfure de carbone; par* MM. DE LA PROVOSTAYE et DESAINS. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

« L'éthal obtenu par M. Chevreul dans la saponification du blanc de baleine fut, il y a quelques années, pour MM. Dumas et Péligot, l'objet d'une étude attentive. Ces deux chimistes fixèrent, par des expériences nettes et précises, la nature de ce composé, qui, entre leurs mains, vint se ranger définitivement dans la grande classe des alcools. On est pourtant loin d'avoir pour l'éthal une série complète, et dès lors il n'est pas sans intérêt d'ajouter aux combinaisons qu'ils ont étudiées une combinaison nouvelle, qui vient rendre encore plus évidente la similitude parfaite entre ces deux groupes de corps.

» Tout le monde connaît le beau travail de M. Zeize sur les xanthates. Les auteurs ont pensé qu'il ne serait peut-être pas impossible d'obtenir la combinaison correspondante dans la série du cétène. Après plusieurs tentatives, ils y sont parvenus de la manière suivante.

» On dissout de l'éthal dans du sulfure de carbone jusqu'à complète saturation; dans la liqueur parfaitement transparente on ajoute de la potasse finement pulvérisée: la réaction commence immédiatement et se termine en quelques heures. Sur la masse pâteuse et hétérogène on ajoute trois ou quatre fois son volume d'alcool à 40°, et l'on chauffe doucement, de manière à ne pas atteindre l'ébullition. La liqueur décantée donne, par refroidissement, une substance volumineuse d'une densité très-faible, qu'on achève de purifier par des lavages et des cristallisations réitérés. Le sel ainsi obtenu est blanc, inodore, gras au toucher, peu soluble dans l'alcool à froid; il brûle en dégageant d'abondantes vapeurs dans lesquelles prédomine d'abord l'odeur de sulfure de carbone, puis celle de l'éthal. Le résidu charbonneux est fortement alcalin, et contient du sulfure de potassium.

» L'analyse du sel a donné pour sa composition :

$$C^{64}H^{66}O,\ C^{2}S^{2}$$
$$KO,\ C^{2}S^{2}.$$

» Il est donc incontestable que le sulfate de carbone et l'éthal forment, en réagissant l'un sur l'autre, une combinaison de même nature que celle obtenue avec l'alcool ordinaire.

» Le sel de baryte a été formé et analysé de la même manière.

» Les réactions du *sulfocarbocétate de potasse* sont fort semblables à celles du xanthate; néanmoins il précipite les sels de zinc, tandis qu'avec le xanthate la liqueur demeure parfaitement transparente. De plus, l'acide chlorhydrique donne, avec le xanthate, de l'acide xanthique, tandis qu'il décompose complétement le nouveau sel, et donne pour résidu de l'éthal parfaitement pur. »

MÉDECINE. — *De l'innocuité de la ponction de la poitrine, pratiquée pour remédier aux épanchements pleurétiques; par* M. **Faure**, médecin principal des hôpitaux militaires.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Breschet.)

L'auteur s'attache à prouver que la ponction de la poitrine, pratiquée dans les cas d'épanchements graves survenus à la suite de pleurésie, n'offre aucun inconvénient, et que, même à ne la considérer que comme un remède palliatif, elle offre des avantages très-réels. C'est sous ce point de vue que M. Faure se borne maintenant à la présenter; mais il pense que, quand

les praticiens se seront familiarisés avec cette opération, et auront bien appris à distinguer les circonstances qui en réclament l'application, il leur arrivera souvent d'obtenir des guérisons complètes dans des cas où ils n'avaient songé qu'à obtenir un soulagement temporaire.

« Les cas qui nécessitent la ponction de la poitrine sont, dit M. Faure, tellement fréquents, que, dans le seul mois de mai de cette année, j'ai dû la pratiquer sur trois malades de l'hôpital militaire de Toulon. Un soulagement manifeste s'en est suivi, et il n'en est résulté aucun inconvénient. La piqûre était guérie au bout de quarante-huit heures, sans qu'on eût vu le moindre accident susceptible d'être rapporté à l'introduction de l'air. Deux de ces malades ont depuis succombé, et le troisième est dans un état qui annonce une fin prochaine; mais les jours de tous les trois ont été certainement prolongés. Au reste on trouvera dans mon Mémoire un exemple de guérison complète obtenue par M. Bégin et moi à l'hôpital militaire d'instruction de Strasbourg, en 1839. Ce dernier fait se trouve consigné dans le 47e volume des *Mémoires de Médecine, de Chirurgie et Pharmacie militaires.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MATHÉMATIQUES. — *Application géométrique du mouvement*; Mémoire de M. **Boileau**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert).

« Ce travail renferme la théorie et les principaux moyens d'exécution d'un instrument nouveau destiné à la solution numérique des questions dépendant du problème des quadratures : une surface de révolution engendrée par une branche d'hyperbole équilatère donne l'aire à mesurer, par le nombre de tours qu'elle fait dans un mouvement de rotation qui lui est communiqué à l'aide de la pression d'une règle mobile sur deux petits ressorts. Il résulte de ce principe plusieurs avantages et, entre autres, celui de faire dépendre uniquement l'exactitude des résultats de la forme de cette surface. Je fais voir que cette forme même pourrait souffrir sans inconvénient les légères variations accidentelles qu'on n'évite pas toujours dans une exécution très-soignée en employant les moyens ordinaires. Cependant le désir d'approcher le plus possible d'une précision géométrique m'a conduit à la détermination d'un appareil propre à produire sur le tour exactement la surface précitée. A cet effet, j'ai trouvé et appliqué une pro-

priété de la courbe génératrice de cette surface, indiquant en même temps deux autres propriétés de cette courbe, dont l'une donne un moyen simple de la décrire d'une manière continue, et l'autre de lui mener une tangente et de vérifier son tracé.

» Le degré d'approximation que peut fournir l'instrument proposé, dépendant de l'équation de la génératrice de l'hyperboloïde, est, sous ce rapport, théoriquement indéfini, et l'on pourrait obtenir un appareil susceptible d'une approximation donnée, quelque grande qu'elle fût, si l'on n'était limité par les conditions d'exécution. Mais, d'un autre côté, la simplicité de l'opération de la mesure d'une aire avec un tel instrument permet d'appliquer le principe connu de la répétition, et je fais voir qu'en adoptant des dimensions moyennes, si l'on répète, pour la même aire, l'opération un nombre k de fois, l'erreur relative, commise dans le résultat final, sera rationnellement moindre que la fraction

$$0,000032 \times \frac{1}{k} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{31250.k}$$

de l'aire mesurée, exprimée en décimètres carrés.

» La grande utilité qui peut résulter, pour les applications usuelles, d'un instrument de quadrature assez simple pour être construit à un prix modique, et dont l'exactitude relative puisse subsister malgré les altérations inévitables qu'entraîne un usage prolongé, a pu seule m'engager à communiquer cette idée après toutes celles si ingénieuses qui ont déjà paru sur ce sujet; mais, loin d'être mû par la prétention d'avoir réussi, je n'ai obéi qu'au désir d'apporter un élément de plus à la solution de la question.

» Quant aux détails de construction, j'ai cru devoir me borner à la génération de la surface hyperbolique, laissant le reste aux personnes familiarisées par un long exercice avec l'établissement des instruments de précision. J'ai cependant vérifié, sur un dispositif particulier construit en bois, la possibilité de réaliser les diverses considérations que renferme cette Note. »

ZOOLOGIE. — *Études sur les mœurs, le développement et les métamorphoses d'une petite Salicoque d'eau douce* (Caridina Desmarestii), *suivies de quelques réflexions sur les métamorphoses des Crustacés décapodes en général; par* M. N. Joly.

(Commissaires, MM. Flourens, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, Milne Edwards.)

L'auteur résume dans les termes suivants les points principaux qu'il a eu pour objet d'établir dans son Mémoire :

» 1°. L'animal désigné par M. Millet sous le nom d'*Hippolyte Desmarestii* n'est point un *Hippolyte*.

» 2°. Par tous ses caractères essentiels, il appartient au genre *Caridina* (Milne Edwards), le seul qui renferme jusqu'à présent des Salicoques d'eau douce.

» 3°. Les phénomènes que nous avons observés en étudiant l'embryogénie de ce crustacé diffèrent, à beaucoup d'égards, de ceux que le docteur Ratke a décrits dans ses *Recherches sur le développement de l'écrevisse*.

» 4°. La *Caridina Desmarestii* sort de l'œuf sous une forme différente de celle de l'adulte, et se trouve alors privée de plusieurs organes très-développés chez ce dernier (branchies, pieds-mâchoires, fausses pattes abdominales, appareil stomacal, etc.)

» 5°. Les changements qu'elle subit avec l'âge constituent de *vraies métamorphoses,* des métamorphoses beaucoup plus complètes que celles qu'éprouvent les insectes orthoptères, les hémiptères et certains névroptères. »

MÉDECINE. — *Mémoire sur les aphthes du col de l'utérus; par* M. CONTÉ DE LEVIGNAC.

(Commissaires, MM. Serres, Magendie, Breschet.)

« Je désigne généralement sous le nom d'aphthes, dit l'auteur, des lésions existant sur un ou plusieurs points du chorion muqueux, lésions comparables à celles que produiraient sur ces parties des brûlures accidentelles, et qui sont susceptibles de prendre les mêmes formes : ainsi elles peuvent exister à quatre degrés différents, c'est-à-dire affecter successivement la forme érithémateuse, la forme vésiculeuse ou phlycténoïde, la forme ulcéreuse et enfin la forme cancéreuse. Dans le Mémoire que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Académie, j'examine en particulier chacune de ces formes; j'en trace les caractères distinctifs, j'en indique la marche et j'en fais connaître le traitement. Je me suis principalement attaché à faire sentir la différence qui existe entre l'aphthe et le cancer ulcéré, parce que l'on a souvent confondu l'un avec l'autre. Je crois être parvenu à établir que les aphthes du col utérin, quoique les auteurs n'en aient point parlé jusqu'ici, constituent une des maladies les plus communes de la matrice, une maladie qui a des caractères particuliers par lesquels elle se distingue des autres affections de cet organe, et qui doit ainsi dorénavant trouver place dans le cadre nosologique. »

CHIRURGIE. — *Examen physiologique et pathologique des blessures faites par les armes blanches et par les armes à feu. Inductions thérapeutiques déduites des faits observés; par* M. **Duvivier**.

Dans la Lettre qui accompagne ce Mémoire, l'auteur prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. Larrey. A l'appui de cette demande, M. Duvivier rappelle les titres des divers ouvrages qu'il a publiés sur des questions de médecine et de chirurgie. (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Mercier** écrit relativement à *l'emploi de la sonde à double courant pour l'évacuation du sang contenu dans la vessie.*

« Le procédé employé dans ce but par M. Leroy d'Étiolles, et qu'il a récemment rappelé à l'Académie, ne me paraît pas, dit M. Mercier, avoir toute l'innocuité que ce chirurgien lui attribue. Introduire jusqu'à cent fois en quelques heures une grosse sonde dans une vessie distendue par du sang coagulé, et qui est presque toujours dans ce cas le siége d'une irritation plus ou moins vive, c'est s'exposer à produire dans l'économie des troubles très-graves. L'emploi de la sonde à double courant, que j'ai présentée à l'Académie le 28 mars dernier, remplit le même but sans exposer aux mêmes dangers; car elle n'exige qu'une seule introduction, et cette introduction n'est ni plus difficile ni plus douloureuse que celle d'une sonde ordinaire. J'ajouterai qu'en rapprochant les deux branches de ma sonde, on peut écraser les caillots, et que ce rapprochement a en outre pour effet de les engager dans le canal évacuateur, tandis que l'injection poussée par l'autre canal délaye le sang et facilite ainsi sa sortie. »

(Renvoi à la Commission nommée pour la Note de M. Leroy d'Étiolles.)

« M. **Moigno** adresse des échantillons de *tufs volcaniques,* ou d'agglomérats de matières volcaniques, remarquables en ce qu'ils sont divisés, comme les masses de basalte, en prismes de différentes formes et de différentes dimensions. Ces échantillons ont été recueillis dans le ravin de Tarreyres,

sur la route de Mende au Puy (Haute-Loire), à deux lieues environ de cette dernière ville.

» La montagne de Tarreyres forme la partie ouest du bassin de Solignac; elle se divise en trois mamelons: le plus rapproché du Puy est séparé du deuxième par le ravin, et le second du troisième, par une petite rivière, tracée sans nom sur la carte. Le sommet de ces trois mamelons est formé entièrement de grandes masses de basalte amorphe : au-dessous, et à peu près au milieu de la hauteur de la montagne, se trouve une couche de scories, boues et cendres volcaniques agglomérées. Les boues et les scories paraissent former la substance des prismes soumis à l'examen de l'Académie ; les cendres volcaniques composeraient une sorte de gangue. Partout où les flancs des mamelons sont à découvert on retrouve cette couche d'agglomérats, mais la forme basaltique n'est bien dessinée que dans le ravin. La couche est presque horizontale; cependant elle paraît légèrement inclinée de l'ouest à l'est. »

Ces échantillons seront soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. Berthier, Elie de Beaumont, Dufrénoy.

M. **Ducros** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « *Asthmes nerveux arrêtés instantanément au moyen de l'ammoniaque portée au plancher vertébral du gosier, sur la partie correspondante au plexus pharyngien.* »

(Commissaires MM. Magendie, Serres, Breschet.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarques à l'occasion d'une Lettre de* M. Liouville *relative à la démonstration que* M. Maurice *a donnée du théorème de l'invariabilité des grands axes des planètes; par* M. **Maurice**.

« J'ai reçu, mais seulement hier 10 septembre, le n° des *Comptes rendus des séances de l'Académie*, séance du 29 août, où se trouve l'extrait d'une Lettre de M. Liouville relative à un Mémoire que j'ai envoyé, et qui a été inséré dans le n° 7 de la même publication, pages 328 et suivantes.

» Il paraît que M. Liouville n'a pas jugé ce Mémoire digne de toute son attention; sans cela, il est permis de croire qu'il n'eût pas attribué aux

idées de l'auteur une marche fort différente de celle qu'on voit suivre à celui-ci dans son raisonnement.

» La critique qu'il a surtout développée se résume dans cette phrase de sa Lettre : « l'auteur, dit-il, intègre une équation différentielle, et ajoute » par suite au second membre une constante; puis, sans que le problème » ait changé de nature, il dit que cette constante est une variable; voilà » donc une quantité qui, dans un même problème, dans un même calcul, » sous un même point de vue, serait à la fois constante et variable : la » contradiction est évidente.» (*Comptes rendus*, n° 9, tome XV, page 426.)

» Voici ce que fait réellement l'auteur :

» Il considère l'expression *finie* de la partie variable du grand axe, telle que la peut donner l'état des choses, une fois qu'il y a des perturbations; et cette expression a nécessairement la forme d'une intégrale. Cette intégrale, ce n'est pas l'auteur qui l'institue parce que cela lui convient : elle existe par elle-même, par la nature même de la question.

» Examinant alors la composition des termes qui formeraient la valeur de cette intégrale, d'abord limitée aux quantités affectées du second ordre des masses, il remarque que, s'il s'y trouvait des termes *séculaires*, ils seraient nécessairement tous de la forme $An(t+l)$, où l est la constante arbitraire qui est toujours jointe au temps t, dans l'évaluation du mouvement moyen. Ici encore, qu'on le remarque bien, ce n'est pas l'auteur qui introduit cette constante dans le calcul : elle y préexiste, comme une des six arbitraires qu'on peut prendre pour éléments de l'orbite, et l'auteur ne fait qu'énoncer sa présence.

» Ce sont ces deux considérations, essentiellement liées à la manière dont il a conçu qu'on pouvait à priori envisager l'état de la question, qu'il ne faut point perdre de vue dans la critique de son travail. Surtout, il importe de ne pas confondre la marche suivie par l'auteur dans sa démonstration proprement dite, finissant avec l'art. **7** de son Mémoire, avec ce qu'on voudrait faire résulter des termes dans lesquels, art. **8**, il s'est prêté à reproduire une difficulté qui lui avait été ainsi présentée; termes dont il a trop négligé de décliner le sens apparent, puisque ce n'est point celui qu'on doit attacher aux opérations qui se terminent avec l'art. 7.

» C'est à la suite des préliminaires plus haut rappelés que l'auteur, pour la première fois, va lui-même instituer une opération de calcul destinée à le faire arriver à son but. Partant de cette portion de l'intégrale qui résulterait de la nature des choses s'il pouvait s'y trouver des termes séculaires, il la différentie, pour examiner les conséquences de cette supposition. Or,

en vertu de la théorie de Lagrange à laquelle on s'est attaché dans tout le Mémoire, les éléments de l'orbite varient avec le temps t, comme en font foi toutes les formules qui donnent l'expression de leurs différentielles, et qui se lisent en particulier dans les Mémoires de Lagrange et de Poisson de 1808 et de 1809, dont il est nécessaire d'avoir tous les détails bien présents à l'esprit lorsqu'on se propose de discuter cette espèce de questions.

» Ainsi, pour n'en donner que deux exemples, Lagrange, dans l'art. 8 de son Mémoire de 1808, répète sa célèbre démonstration de 1776, où on le voit former par l'intégration, l'équation des forces vives, la considérer comme l'une des six intégrales premières de la question, ayant le grand axe pour constante arbitraire, et en déduire la différentielle de cet élément. Plus loin, dans l'art. 25, Lagrange, cherchant l'effet de la variation de l'axe sur le coefficient n, fonction de cet axe, fait varier l'arbitraire c ou $n.l$, que l'intégration introduit dans le moyen mouvement.

» Or, dans ce dernier cas, si l'on peut considérer c ou $n.l$ comme variable dans les termes périodiques qui sont dans l'intégrale sous la forme *sinus* ou *cosinus* d'un arc $\mathrm{B}n\,(t+l)$, pourquoi ne le pourrait-on plus dans les termes séculaires qui seraient de la forme $\mathrm{A}n\,(t+l)$, et qui devraient se trouver dans la même intégrale si de tels termes y pouvaient subsister? car les uns comme les autres feraient partie de l'expression considérée, ils s'y rencontreraient au même titre; enfin, c ou $n.l$ y aurait été également introduit une première fois par suite d'une intégration. Dans la théorie où nous raisonnons, quand, dès l'origine, une des arbitraires de la question a été prise pour un des éléments, rien ne saurait s'opposer à ce qu'elle soit considérée comme pouvant varier ainsi que les autres, par suite des perturbations dont on a pour but de transporter tout l'effet sur ces variables nouvelles.

» Il semble donc impossible de trouver dans l'analyse de l'auteur sur ce point *une contradiction évidente;* cette analyse est conforme à toute la théorie usitée sur la variation des éléments, qui, étant égaux en nombre aux six arbitraires de la question, sont tous introduits comme représentant les constantes qu'amèneraient les intégrations.

» Sans doute il se peut que, dans une question de nature si abstraite, et qui, malgré son entière généralité, a été ramenée à des termes aussi simples, le travail de l'auteur conserve encore des imperfections; mais il aurait trop de regrets à la communication qu'il a pensé devoir faire à l'Académie s'il pouvait la croire soumise à la grave objection qu'il a citée en commençant.

» D'ailleurs, lorsque, d'une part, la conclusion principale de son Mé-

moire, savoir, l'égalité à *zéro* de la somme des termes constants, venait coïncider exactement avec le résultat de Lagrange pour le premier ordre, où ces termes sont nuls par eux-mêmes, et avec celui de Poisson pour le second ordre, où, sans être nuls, ces termes se détruisent d'eux-mêmes identiquement;

» Et quand, d'autre part, la même raison qui donnait l'invariabilité du grand axe montrait aussi, pour la première fois, pourquoi les autres éléments peuvent être altérés,

» Il était peut-être difficile à l'auteur de regarder son travail comme absolument erroné. »

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. *Ratzeburg*, la deuxième édition de son ouvrage sur les *insectes nuisibles aux forêts*, et la traduction française de cet ouvrage; deux opuscules de M. Ratzeburg, l'un sur la morphologie et l'autre sur la physiologie des insectes, sont également offerts à l'Académie. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés* présentés, l'un par M. **Delarue**, l'autre par M. **Bourguignon**.

La séance est levée à cinq heures un quart. F.

ERRATA. (Séance du 12 septembre 1842.)

Pages.	Lignes.	Fautes.	Corrections.
547	dernière	de rayons	des rayons
548	19	il s'agit	il s'agira
552	2	deux	derniers
553	33	immédiat	incident
554	19	que fournissent	qui fournit

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 11; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, 3e série, tome V; août 1842; in-8°.

Oisivetés de M. DE VAUBAN, tome IV, augmenté de *Mémoires inédits,* tirés du tome IIe; 1842; in-8°.

De la Médecine, considérée comme science et comme art; par M. DUVIVIER; Paris, 1826; in-8°.

Traité philosophique des maladies épidémiques; par le même; 1836; in-8°.

Nouveaux éléments de Médecine pratique; par le même; 1842; in-8°.

Discours sur l'utilité de la Zoologie; par M. JOLY; in-8°.

Voyage autour du Monde pendant les années 1837 *à* 1840; *par* M. LE GUILLOU; mis en ordre par M. J. ARAGO; livraisons 11 à 16; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; 1er septembre 1842; n° 3; in-8°.

Bulletin de la Société impériale de Moscou; année 1842; n° 2; in-8°.

Catalogus Coleopterorum in Siberia orientali a cel. Gregorio Silide Karelin, collectorum; auctore G. FISCHER DE WALDHEIM; in-8°.

Index Plantarum, anno 1840 *a cel. Karelin et Kirilow in regionibus Altaicis et confinibus collectarum, quas Societas imperialis naturæ curiosorum Mosquensis pro mutua commutatione offert;* une feuille in-4°.

Index animalium, annis 1840 *et* 1841 *a cel. Karelin in regionibus Altaicis et confinibus collectorum, quæ Societas Cæsareæ naturæ scrutatorum Mosquensis pro mutua commutatione offert;* ¼ de feuille in-4°.

Errors... *Exposition des erreurs de la Phrénologie; par* M. SEVALL; Boston, 1839; in-8°.

Bulletin of... *Compte rendu des séances de l'Institution nationale pour l'avancement des sciences;* 1re livr., mai 1840 à février 1841; 2e livr., mars 1841 à février 1842; Washington; in-8°.

The Pathology... *La Pathologie de l'Ivrognerie, ou Effets physiques des boissons alcooliques, avec des dessins coloriés d'estomacs d'ivrognes; par* M. J. SEVALL; Albany, 1841; in-4°.

Traité de Chimie organique; par M. J. LIEBIG; *traduit sur les manuscrits de*

l'auteur, par M. CHARLES GERHARDT; tome II^{e}, 2^{e} fascicule; Paris, 1842; in-8°.

Annalen... *Annales de l'Observatoire royal de Vienne, publiées par ordre de S. M. I. et R.; par* M. C.-L.-E. DE LITROW; nouvelle série; 1er vol.; 1re et 2^{e} partie; in-4°.

Zur carakteristik... *Caractères du premier état des Lépidoptères et des Micro-lépidoptères; par* M. J.-T.-C. RATZEBURG; in-4°.

Ueber... *Sur la structure et le genre de vie des larves de deux espèces d'Hyménoptères gallicoles qui vivent sur le sapin; par* le même; in-8°.

Die Waldverderber... *Les Hyloptères et leurs ennemis, ou Description et Iconographie des insectes les plus nuisibles aux forêts, ainsi que des autres animaux causant des dégâts dans les bois, avec une Méthode pour apprendre à les détruire et à ménager ceux qui leur font la guerre; par* le même; Leipzick, in-8°.

Les Hyloptères, etc.; traduction de l'ouvrage ci-dessus; *par* M. le comte DE CORBERON; in-8°.

Invenzione... *Invention physico-mécanique; par* M. F. PAPANTI, professeur de navigation à Livourne; Livourne, 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 38.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n^{os} 109 à 111.

L'Expérience; n° 272.

L'Examinateur médical; tome III, n° 6.

L'Écho du Monde savant; n^{os} 21 et 22.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 SEPTEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DE LA LUMIÈRE. — *Mémoire sur les phénomènes des ombres et de la diffraction; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Dans la théorie de la lumière et dans le système de l'émanation, chaque rayon lumineux est animé d'un mouvement de translation, et les molécules dont il se compose se meuvent en ligne droite, en vertu de vitesses acquises; c'est même en vertu des vitesses de translation des molécules, que les rayons lumineux, après avoir traversé une ouverture pratiquée dans un écran, continuent à se mouvoir en ligne droite, de manière à laisser généralement dans l'ombre les points situés en dehors de leurs propres directions. Mais comment est-il possible de concevoir l'existence de ce phénomène dans le système des ondulations? Comment peut-on alors expliquer la marche rectiligne des rayons lumineux, et les filets de lumière qui s'échappent, par exemple, au travers des fentes d'un volet? Ce problème est l'un de ceux que j'ai résolus depuis longtemps. Il est précisément celui dont j'ai annoncé la solution dans les deux Lettres adressées de Prague à M. Libri, les 22 et 26 avril 1836. Ces lettres, insé-

rées dans le *Compte rendu* de la séance du 9 mai 1836, contiennent le passage suivant :

» *Comme une des plus graves objections que l'on ait faites contre la théorie des ondulations de l'éther se tire de l'existence des ombres, et de la propriété qu'ont les écrans d'arrêter la marche des vibrations lumineuses, je désirais beaucoup arriver à déduire de mes formules générales les lois relatives aux deux phénomènes des ombres et de la diffraction. Mais, pour y parvenir, il fallait surmonter quelques difficultés d'analyse. J'y ai enfin réussi; et, pour représenter les mouvements de l'éther lorsque la lumière est interceptée par un écran, j'ai trouvé des formules dont je veux un instant vous entretenir.*

» Dans la suite de la même Lettre, je donnais les formules que j'avais obtenues pour le cas où la lumière se trouve en partie interceptée par un écran dont la surface est plane et perpendiculaire à la direction du rayon incident; puis j'examinais ce qui arrive quand la lumière passe à travers une fente pratiquée dans la surface, et j'ajoutais que mes formules générales représentaient le rayon diffracté, quelles que fussent la direction et la nature du rayon incident. J'indiquais en particulier cette conséquence de mes formules, que, si le rayon incident est polarisé dans un certain plan, le rayon diffracté restera toujours polarisé dans le même plan.

» La question à laquelle se rapportait ma Lettre du 22 avril 1836 étant effectivement l'une des plus importantes que présente la théorie de la lumière, j'ai pensé que les géomètres ne verraient pas sans intérêt l'analyse qui m'avait conduit aux formules et aux conséquences exposées dans cette Lettre. Je vais transcrire ici cette analyse, telle que je la retrouve dans le 4ᵉ paragraphe d'un Mémoire sur la théorie de la lumière, contenu dans l'un des cahiers manuscrits et reliés que j'ai rapportés d'Allemagne. Parmi les diverses formules qui ont rapport à la diffraction, dans les cahiers dont il s'agit, celles que présente le paragraphe cité sont évidemment celles qu'indique ma Lettre du 22 avril. En effet, ces formules qui, sur le cahier où elles se trouvent inscrites, précèdent le texte original du Mémoire lithographié à Budweiss dans le mois d'août 1836, sont conformes à celles que la Lettre renferme, et fournissent tous les résultats énoncés dans cette lettre. Les trois premiers paragraphes du Mémoire dont elles font partie renferment précisément la théorie des ondes sphériques ou cylindriques, mentionnée d'une part dans la même Lettre, d'autre part dans le *Compte rendu* de la séance du 18 novembre 1839; et c'est pour cette raison que M. Flourens, secrétaire perpétuel de l'Académie, a bien voulu,

sur ma demande, apposer sa signature en tête du Mémoire, dans la séance que je viens de rappeler.

» Je tenais d'autant plus à donner en détail les calculs dont les résultats se trouvent consignés dans le tome II des *Comptes rendus* de l'Académie, qu'avant l'époque où ma Lettre a été publiée, c'est-à-dire avant le mois de mai 1836, personne, à ma connaissance, n'était parvenu à déduire des formules qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de points matériels, une théorie mathématique des ombres et de la diffraction. Par ce motif, je crois pouvoir, avec confiance, offrir mon Mémoire à l'Académie, comme un témoignage des efforts que je n'ai cessé de faire afin de contribuer, autant qu'il dépendait de moi, aux progrès de la Physique mathématique.

ANALYSE [*].

» Considérons, dans la théorie de la lumière, le cas où le mouvement se propage en tous sens, suivant les mêmes lois; et soient, au bout du temps t,

$$\xi,\ \eta,\ \zeta$$

les déplacements de la molécule qui occupe le point (x, y, z), mesurés parallèlement aux axes coordonnés. Si l'on conserve seulement dans le calcul les dérivées du second ordre de ξ, η, ζ prises par rapport aux coordonnées x, y, z, les équations du mouvement de l'éther seront de la forme

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} D_t^2\xi &= \Omega^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\xi + 2R\,D_x v,\\ D_t^2\eta &= \Omega^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\eta + 2R\,D_y v,\\ D_t^2\zeta &= \Omega^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\zeta + 2R\,D_z v; \end{aligned}\right.$$

[*] Pour rendre cette analyse plus facile à suivre, je transcris ici, avec le 4e paragraphe du Mémoire cité dans le préambule, quelques lignes empruntées au 1er paragraphe de ce Mémoire; et d'ailleurs, pour plus de simplicité, je représenterai les dérivées des divers ordres d'une même fonction, prises par rapport à x, y, z, t, à l'aide des caractéristiques

$$D_x,\ D_y,\ D_z,\ D_t;\quad D_x^2,\ D_y^2,\ \text{etc.}$$

Ω, R désignant deux quantités constantes, et la valeur de υ étant

(2) $$\upsilon = D_x\xi + D_y\eta + D_z\zeta.$$

On tire des formules (1) et (2)

$$D_t^2\upsilon = (\Omega^2 + 2R)(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\upsilon.$$

Cette dernière équation sera vérifiée si l'on a, quel que soit t,

(3) $$\upsilon = 0.$$

Effectivement, l'équation (3) paraît subsister dans les phénomènes lumineux, toutes les fois que la propagation du mouvement est la même en tous sens. Si d'ailleurs on a

$$\zeta = 0,$$

et si ξ, η deviennent indépendants de z, les équations (1) seront réduites à

(4) $$\begin{cases} D_t^2\xi = \Omega^2(D_x^2 + D_y^2)\xi, \\ D_t^2\eta = \Omega^2(D_x^2 + D_y^2)\eta, \end{cases}$$

tandis que les formules (2) et (3) donneront

(5) $$D_x\xi + D_y\eta = 0.$$

» Supposons maintenant que, les rayons lumineux étant dirigés vers la partie de l'espace située du côté des x positives, la lumière soit interceptée dans le plan des y, z, excepté entre les limites

(6) $$y = y_0, \quad y = y_1.$$

Supposons d'ailleurs que, du côté des x négatives, les variables imaginaires

$$\bar{\xi}, \ \bar{\eta},$$

dont les parties réelles sont ξ, η, se trouvent déterminées par les équa-

tions

$$(7)\quad [*]\quad \bar{\xi} = -\bar{C}ve^{(ux+vy-st)\sqrt{-1}}, \qquad \bar{\eta} = \bar{C}ue^{(ux+vy-st)\sqrt{-1}};$$

u, v, s désignant des constantes liées entre elles par les formules

$$(8)\qquad s = \Omega k, \quad u^2 + v^2 = k^2,$$

et $\bar{C}$ une constante imaginaire. On pourra supposer généralement, du côté des x positives,

$$(9)\quad \begin{cases} \bar{\xi} = -\frac{1}{2\pi}\bar{C}v\int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}\, e^{(v\mu-st)\sqrt{-1}}\,\Lambda\, d\alpha\, d\mu\,[**], \\ \bar{\eta} = \frac{1}{2\pi}\bar{C}u\int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}\, e^{(v\mu-st)\sqrt{-1}}\,\Lambda\, d\alpha\, d\mu, \end{cases}$$

Λ désignant une fonction de x et de α, qui, en vertu des formules (4), devra vérifier l'équation

$$\Omega^2(D_x^2\Lambda - \alpha^2\Lambda) = -s^2\Lambda,$$

ou

$$(10)\qquad D_x^2\Lambda = -(k^2 - \alpha^2)\Lambda,$$

qui devra se réduire à l'unité pour $x=0$, et qui de plus devra être telle que les formules (9) se réduisent aux formules (7), pour $y_0 = -\infty$, $y_1 = \infty$. Or, si l'on pose

$$\Lambda = F(x, \alpha),$$

on aura, en vertu d'une formule connue,

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}\, e^{(v\mu-st)\sqrt{-1}}\,\Lambda\, d\alpha\, d\mu = e^{(vy-st)\sqrt{-1}}F(x, v),$$

---

[*] Ces valeurs de $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$ sont celles qui représentent un mouvement simple, pour lequel se vérifient les équations (4) et (5).

[**] La forme donnée aux valeurs de $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$ dans les équations (9) n'est pas arbitrairement choisie; elle est telle, qu'en vertu de ces équations, et quand on y pose $\Lambda = 1$, les valeurs de $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$ s'évanouissent hors des limites $y = y_0$, $y = y_1$, et se réduisent entre ces limites aux valeurs que donnent, pour $x = 0$, les équations (7).

et par suite la supposition $y_0 = -\infty$, $y_1 = \infty$ réduira les formules (9) à

$$\bar{\xi} = -\bar{C}ve^{(\nu y - st)\sqrt{-1}}F(x,\nu), \quad \bar{\eta} = \bar{C}ue^{(\nu y - st)\sqrt{-1}}F(x,\nu).$$

Donc, pour que cette supposition réduise les formules (9) aux formules (7), il suffit que l'on ait

$$F(x,\nu) = e^{ux\sqrt{-1}} = e^{(k^2-\nu^2)^{\frac{1}{2}}\sqrt{-1}},$$

et par suite

$$[*] \qquad \Lambda = F(x,\alpha) = e^{(k^2-\alpha^2)^{\frac{1}{2}}x\sqrt{-1}}.$$

Cela posé, les formules (9) donneront généralement

$$(11) \begin{cases} \bar{\xi} = -\frac{1}{2\pi}\bar{C}\nu\int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}e^{(\nu\mu - st)\sqrt{-1}}e^{(k^2-\alpha^2)^{\frac{1}{2}}x\sqrt{-1}}d\alpha\, d\mu, \\ \bar{\eta} = \quad \frac{1}{2\pi}\bar{C}u\int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}e^{(\nu\mu - st)\sqrt{-1}}e^{(k^2-\alpha^2)^{\frac{1}{2}}x\sqrt{-1}}d\alpha\, d\mu. \end{cases}$$

On a d'ailleurs

$$(12) \qquad (k^2-\alpha^2)^{\frac{1}{2}} = k^2 - \frac{\alpha^2}{2k} + \text{etc.};$$

et, attendu que la valeur de k est très-considérable, la formule (12) donnera sensiblement, pour des valeurs finies de α [**],

$$(13) \quad (k^2-\alpha^2)^{\frac{1}{2}} = k^2 - \frac{\alpha^2}{2k}, \quad e^{(k^2-\alpha^2)^{\frac{1}{2}}x\sqrt{-1}} = e^{kx\sqrt{-1} - \frac{\alpha^2 x}{2k}\sqrt{-1}}.$$

On a d'autre part, en supposant la partie réelle de la constante a positive,

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-(a\alpha^2+b\alpha)}d\alpha = \frac{\pi}{a^{\frac{1}{2}}}e^{\frac{b^2}{4a}},$$

---

[*] Cette valeur de Λ vérifie évidemment la formule (10), et en conséquence elle satisfait à toutes les conditions énoncées.

[**] Les valeurs infinies de α ne doivent pas influer sur les valeurs des seconds membres des formules (11); autrement ces seconds membres deviendraient indéterminés.

et par suite

$$(14)\quad \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\left[\frac{\alpha^2 x}{2k} - \alpha(y-\mu)\right]\sqrt{-1}}\, d\alpha = \left(\frac{2\pi k}{x}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\left[\frac{k(y-\mu)^2}{2x} - \frac{\pi}{4}\right]\sqrt{-1}}.$$

Donc les formules (11) donneront

$$(15)\quad \begin{cases} \bar{\xi} = -\bar{C}v\left(\dfrac{k}{2\pi x}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\left(kx - st - \frac{\pi}{4}\right)\sqrt{-1}} \displaystyle\int_{y_0}^{y_1} e^{\left[v\mu + \frac{k(y-\mu)^2}{2x}\right]\sqrt{-1}}\, d\mu, \\ \bar{\eta} = \quad \bar{C}u\left(\dfrac{k}{2\pi x}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\left(kx - st - \frac{\pi}{4}\right)\sqrt{-1}} \displaystyle\int_{y_0}^{y_1} e^{\left[v\mu + \frac{k(y-\mu)^2}{2x}\right]\sqrt{-1}}\, d\mu. \end{cases}$$

» Si les directions des rayons lumineux sont parallèles à l'axe des x, on aura $v = 0$, $u = k$,

$$\bar{\xi} = 0, \quad \xi = 0,$$

$$\bar{\eta} = \bar{C}k\left(\frac{k}{2\pi x}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\left(kx - st - \frac{\pi}{4}\right)\sqrt{-1}} \int_{y_0}^{y_1} e^{\frac{k(y-\mu)^2}{2x}\sqrt{-1}}\, d\mu,$$

puis en posant, pour abréger,

$$\bar{C}k = \mathrm{I}\, e^{\lambda\sqrt{-1}},$$

et supposant I réel ainsi que λ, on trouvera

$$(16)\qquad \bar{\eta} = \mathrm{I}\left(\frac{k}{2\pi x}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\left(kx - st + \lambda - \frac{\pi}{4}\right)\sqrt{-1}} \int_{y_0}^{y_1} e^{\frac{k(y-\mu)^2\sqrt{-1}}{2x}}\, d\mu;$$

par conséquent,

$$(17)\qquad \eta = \mathrm{I}\left(\frac{k}{2\pi x}\right)^{\frac{1}{2}} \int_{y_0}^{y_1} \cos\left[kx + \lambda - st - \frac{\pi}{4} + \frac{k(y-\mu)^2}{2x}\right] d\mu,$$

ou, ce qui revient au même,

$$(18)\qquad \eta = \frac{\mathrm{I}}{\pi^{\frac{1}{2}}} \int_{\frac{k^{\frac{1}{2}}(y-y_1)}{\sqrt{2x}}}^{\frac{k^{\frac{1}{2}}(y-y_0)}{\sqrt{2x}}} \cos\left(kx + \lambda - st - \frac{\pi}{4} + \alpha^2\right) d\alpha \quad [*].$$

---

[*] La quantité représentée ici par la lettre I se trouve représentée dans le ma-

» Reprenons maintenant le problème de la diffraction dans toute sa généralité.

» Supposons toujours la lumière interceptée dans le plan des y, z, excepté entre les limites $y=y_0$, $y=y_1$. Mais concevons que, du côté des x négatives, le rayon lumineux soit un rayon quelconque représenté par le système des formules

$$(19)\quad \begin{cases} [*]\ \bar{\xi} = (\bar{B}w - \bar{C}v)\, e^{(ux+vy+wz-st)\sqrt{-1}}, \\ \bar{\eta} = (\bar{C}u - \bar{A}w)\, e^{(ux+vy+wz-st)\sqrt{-1}}, \\ \bar{\zeta} = (\bar{A}v - \bar{B}u)\, e^{(ux+vy+wz-st)\sqrt{-1}}, \end{cases}$$

$$u^2 + v^2 + w^2 = k^2, \qquad s = \frac{\Omega}{k},$$

dans lesquelles u, v, w représentent des coefficients réels et $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{C}$ des coefficients imaginaires. On pourra supposer généralement, du côté des x positives,

$$(20)\begin{cases} [**]\ \bar{\xi} = \frac{\bar{B}w - \bar{C}v}{2\pi} \int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}\, e^{(wz+v\mu-st)\sqrt{-1}}\, \mathrm{A}\, d\alpha\, d\mu, \\ \bar{\eta} = \frac{\bar{C}u - \bar{A}w}{2\pi} \int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}\, e^{(wz+v\mu-st)\sqrt{-1}}\, \mathrm{A}\, d\alpha\, d\mu, \\ \bar{\zeta} = \frac{\bar{A}v - \bar{B}u}{2\pi} \int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}\, e^{(wz+v\mu-st)\sqrt{-1}}\, \mathrm{A}\, d\alpha\, d\mu, \end{cases}$$

A désignant une fonction de x et de α qui se réduise à l'unité pour $x=0$,

---

nuscrit par une autre lettre A, ce qui est tout à fait indifférent. D'ailleurs les formules (16) et (17) y sont correctement écrites; mais il n'en est pas de même de la formule (18), où le chiffre 2 a été placé, par inadvertance, hors du radical que renferment les limites de l'intégrale, tandis qu'il doit rester sous ce radical. Au reste cette erreur n'existe ni dans la lettre du 22 avril 1836, ni même dans les formules du Mémoire qui comprennent, comme cas particulier, l'équation (18).

[*] Ces valeurs de ξ, η, ζ sont celles qui représentent un mouvement simple, pour lequel se vérifient les équations (1) et (3).

[**] La forme donnée aux valeurs de $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$, $\bar{\zeta}$ dans les équations (20) est telle que ces valeurs, quand on y pose $\mathrm{A}=1$, s'évanouissent hors des limites $y=y_0$, $y=y_1$, et se réduisent entre ces limites aux valeurs que donnent, pour $x=0$, les équations (19).

qui vérifie la formule

$$(21)\qquad D_x^2 \Lambda = -(k^2 - \alpha^2 - w^2)\,\Lambda,$$

et qui soit telle que les équations (17), (18) coïncident quand on y pose

$$y_0 = -\infty,\quad y_1 = \infty.$$

Ces conditions seront vérifiées si, en posant

$$\Lambda = F(x, \alpha),$$

on prend

$$F(x, \nu) = e^{ux\sqrt{-1}} = e^{(k^2-\nu^2-w^2)^{\frac{1}{2}} x\sqrt{-1}},$$

et par suite

$$\Lambda = e^{(k^2-\alpha^2-w^2)^{\frac{1}{2}} x\sqrt{-1}}.$$

Donc les formules (20) donneront

$$(22)\quad \begin{cases} \bar{\xi} = \dfrac{\overline{B}\nu - \overline{C}w}{2\pi}\displaystyle\int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\alpha(y-\mu)\sqrt{-1}}\, e^{(\nu\mu+wz-st)\sqrt{-1}}\, e^{(k^2-\alpha^2-w^2)^{\frac{1}{2}} x\sqrt{-1}}\, d\alpha\, du, \\ \text{etc.}\ldots; \end{cases}$$

puis, en ayant égard aux formules (13), et posant d'ailleurs pour abréger

$$k^2 - w^2 = k'^2,$$

on trouvera

$$(23)\quad \begin{cases} \bar{\xi} = \dfrac{\overline{B}w - \overline{C}\nu}{2\pi}\displaystyle\int_{y_0}^{y_1}\int_{-\infty}^{\infty} e^{(k'x+\nu\mu+wz-st)\sqrt{-1}}\, e^{-\left[\frac{\alpha^2 x}{2k'} - \alpha(y-\mu)\right]\sqrt{-1}}\, d\alpha\, d\mu, \\ \text{etc.}\ldots \end{cases}$$

» En vertu de la formule (14), les équations précédentes deviendront

$$(24)\quad \begin{cases} \xi = \dfrac{\overline{B}w - \overline{C}\nu}{2\pi}\left(\dfrac{k'}{2\pi x}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\left(k'x+wz-st-\frac{\pi}{4}\right)\sqrt{-1}} \displaystyle\int_{y_0}^{y_1} e^{\left[\nu\mu + \frac{k'(y-\mu)^2}{2x}\right]\sqrt{-1}}\, d\mu, \\ \text{etc.}\ldots, \end{cases}$$

ou, ce qui revient au même,

$$(25)\left\{\begin{aligned}&\bar{\xi} = \frac{\bar{\mathrm{B}}w - \bar{\mathrm{C}}\nu}{\pi^{\frac{1}{2}}} e^{\left(k'x + \nu y + wz - st - \frac{\pi}{4}\right)\sqrt{-1}} \int_{\frac{k'^{\frac{1}{2}}(y - y_1)}{\sqrt{2x}}}^{\frac{k'^{\frac{1}{2}}(y - y_0)}{\sqrt{2x}}} e^{\left(\alpha^2 - \nu x \sqrt{\frac{2x}{k'}}\right)\sqrt{-1}} d\alpha,\\ &\text{etc.}\end{aligned}\right.$$

Lorsque, dans les formules (25), on suppose $y_0 = -\infty$, $y_1 = \infty$, elles donnent

$$(26)\left\{\begin{aligned}&\bar{\xi} = \frac{\bar{\mathrm{B}}w - \bar{\mathrm{C}}\nu}{\pi^{\frac{1}{2}}} e^{\left(k' - \frac{\nu^2}{2k'}\right)x\sqrt{-1}} e^{(\nu y - wz - st)\sqrt{-1}},\\ &\text{etc.}\end{aligned}\right.$$

Donc alors les formules (25), coïncident, non pas avec les formules (19), mais avec celles qu'on obtiendrait en remplaçant dans les formules (19)

$$u = (k^2 - \nu^2 - w^2)^{\frac{1}{2}} = (k'^2 - \nu^2)^{\frac{1}{2}} = k' - \frac{\nu^2}{2k'} + \text{etc.}$$

par la somme des deux premiers termes du développement de u suivant les puissances descendantes de k', c'est-à-dire par

$$k' - \frac{\nu^2}{2k'} \ [*].$$

On ne doit pas s'en étonner, puisque, pour passer des formules (22) aux formules (23), on a remplacé

$$(k^2 - \alpha^2 - w^2)^{\frac{1}{2}} = (k'^2 - \alpha^2)^{\frac{1}{2}} = k' - \frac{\alpha^2}{2k'} + \text{etc.}$$

par le binôme

$$k' - \frac{\alpha^2}{2k'}.$$

---

[*] Il suit de cette remarque que les équations (23), (24), (25), et par suite la formule (15), doivent être seulement appliquées aux cas où ν est très-petit.

» Lorsque $v = 0$, on a rigoureusement

$$u = k' - \frac{v^2}{2k'},$$

et par suite les formules (25) coïncident avec les formules (19).

» Lorsque le rayon incident est polarisé de manière que les vibrations des molécules soient parallèles à la droite qui a pour équation

(27) $$\frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{z}{c},$$

on a

$$\frac{\xi}{a} = \frac{\eta}{b} = \frac{\zeta}{c},$$

et par suite on peut supposer que les valeurs de $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$, $\bar{\zeta}$, données par les formules (19), remplissent la condition

$$\frac{\bar{\xi}}{a} = \frac{\bar{\eta}}{b} = \frac{\bar{\zeta}}{c},$$

ce qui aura lieu, si

$$\frac{\bar{B}w - \bar{C}v}{a} = \frac{\bar{C}u - \bar{A}w}{b} = \frac{\bar{A}v - \bar{B}u}{c}.$$

Mais alors le rayon diffracté sera lui-même polarisé, et les vibrations des molécules seront encore, dans ce rayon, parallèles à la droite (27), comme le prouvent les formules (20).

» Je me propose de développer dans un autre article les conséquences des diverses formules que je viens de transcrire. Je me bornerai aujourd'hui à rappeler celles qui se trouvaient déjà énoncées dans mes lettres du 22 et du 26 avril 1836. Je disais dans ces lettres :

» Considérons, pour fixer les idées, le cas où le corps éclairant est assez éloigné pour que les ondes sphériques qui se propagent autour de ce corps deviennent sensiblement planes. Prenons pour axe des x la direction du rayon lumineux, et pour axe des y une droite parallèle aux vibrations moléculaires de l'éther; nommons η le déplacement d'une molécule mesuré parallèlement à ce dernier axe, I la valeur maximum de η,

$$l = \frac{2\pi}{k}$$

l'épaisseur d'une onde lumineuse, et

$$\mathrm{T} = \frac{2\pi}{s}$$

la durée d'une vibration. Enfin concevons que, dans le plan des y, z, perpendiculaire à l'axe des x, la lumière soit interceptée par un écran du côté des x négatives. Si le rayon lumineux, que nous supposerons dirigé dans le sens des x positives, est un rayon simple, son équation, pour des valeurs négatives de x, sera de la forme

$$(a) \qquad \eta = \mathrm{I}\cos(kx - st + \lambda),$$

λ désignant une quantité constante. Or je trouve que, du côté des x positives, la valeur de η pourra être développée en série, et qu'en réduisant cette série à son premier terme, on aura

$$(b) \qquad \eta = \left(\frac{1}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} \mathrm{I} \int_{-\infty}^{\frac{k^{\frac{1}{2}} y}{\sqrt{2x}}} \cos\left(kx + \lambda - st - \frac{\pi}{4} + \alpha^2\right) d\alpha \, [*].$$

D'ailleurs, le nombre k étant très-considérable, la valeur de η donnée par la formule (b) sera sensiblement égale à zéro, pour des valeurs finies et négatives de l'ordonnée y, tandis que, pour des valeurs finies et positives de la même ordonnée, la formule (b) coïncidera sensiblement avec la formule (a). Donc la partie de l'espace située au delà du plan de l'écran sera dans l'ombre du côté où l'écran se trouve, c'est-à-dire derrière l'écran, et continuera d'être éclairée du côté opposé, comme si l'écran n'existait pas. On devra seulement excepter les points de l'espace correspondants à de très-petites valeurs de y, et pour lesquels le déplacement dépendra des deux coordonnées x, y, aussi bien que du temps t. Pour ces derniers points, la formule (b) reproduit les lois de la diffraction telles que Fresnel les a données, et l'on peut simplifier l'étude de ces lois en transformant le second membre de l'équation (2) à l'aide des formules que j'ai données dans plusieurs Mémoires.

---

[*] Cette valeur de η est évidemment celle que donne la formule (18), quand on pose $y_0 = 0$, $y_1 = \infty$.

» Si l'écran, par lequel on suppose la lumière interceptée dans le plan des y, z, ne laissait passer les rayons lumineux que dans un intervalle compris entre les limites

$$y = y_0, \quad y = y_1,$$

en sorte que l'observateur, placé du côté des x positives, reçût la lumière par une ouverture dont la largeur fût

$$y_1 - y_0,$$

la formule (b) devrait être remplacée par la suivante :

$$\text{(c)} \qquad \eta = \left(\frac{1}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} \mathrm{I} \int_{\frac{k^{\frac{1}{2}}(y-y_0)}{\sqrt{2x}}}^{\frac{k^{\frac{1}{2}}(y-y_0)}{\sqrt{2x}}} \cos\left(kx + \lambda - st - \frac{\pi}{4} + \alpha^2\right) d\alpha.$$

L'équation (c) [*] elle-même fournit seulement une valeur approchée de η, et se déduit de formules générales et rigoureuses qui représentent le rayon diffracté, quelle que soit la direction du rayon incident, et quelles que soient les directions des vibrations moléculaires dans ce même rayon. Ces formules, en donnant les lois de la diffraction, montrent, par exemple, que si le rayon incident est polarisé dans un certain plan, le rayon diffracté restera toujours polarisé dans ce même plan.

» Cette conséquence particulière des formules (22) et (23) était précisément, comme on l'a vu tout à l'heure, celle que j'avais énoncée à la fin du Mémoire dont je donnais un extrait dans ma lettre du 22 avril 1836. »

« *P. S.* Je m'étais proposé, dans cet article, de reproduire la solution du problème des ombres à laquelle se rapporte ma lettre du 22 avril 1836. Dans un second article, je ferai voir que cette solution est seulement approximative, et, en m'appuyant sur les principes développés dans mes précédents Mémoires, je donnerai du même problème une solution plus rigoureuse, qui me paraît devoir intéresser tout à la fois les physiciens et les géomètres. »

---

[*] L'équation (c) coïncide évidemment avec la formule (18).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Note sur l'état naturel du sucre dans la betterave; par* M. PAYEN.

« Le rôle important que joue le sucre dans la science et ses applications ajoutent de l'intérêt aux moindres travaux qui s'y rattachent; ce motif m'engage à rappeler que j'ai aussi, et il y a longtemps, fait des efforts pour apporter mon faible tribut à la solution des problèmes relatifs à ce principe immédiat.

» En 1825 j'ai publié un travail entrepris dans la vue de perfectionner la culture des betteraves et l'extraction du sucre qu'elles renferment.

» Mon Mémoire fut lu à la Société Philomatique et imprimé dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* (1); il contient la phrase suivante, qui exprime une opinion appuyée sur des faits plusieurs fois reproduits dans le cours de la rédaction, et que personne, je le crois du moins, n'avait encore émise.

« En suivant avec le plus grand soin les procédés que j'ai décrits, on » réduit à une si petite quantité le sucre incristallisable, qu'il est probable » que ce sucre ne préexiste pas dans la betterave, mais qu'il est le ré- » sultat d'une altération du sucre cristallisable. »

» Parmi les notions déduites des analyses comparées contenues dans ce Mémoire, on trouve que les différentes variétés de betteraves cultivées dans le même terrain, et que j'ai présentées dans l'ordre de leur plus grande richesse saccharine, depuis la blanche jusqu'à la disette, ont donné de 9 à 4 pour 100 de sucre cristallisé.

» Alors on obtenait en grand à peine la moitié du sucre cristallisable; tous les efforts de nos habiles manufacturiers se sont dirigés vers les moyens d'approcher des limites assignées par l'analyse, et sur lesquelles des observations chimiques et optiques plus exactes ont donné depuis des indications plus précises.

» J'ai communiqué cette Note à M. Pelouze, qui a reconnu l'exactitude des faits qu'elle énonce. Il a ajouté que sa dernière communication avait uniquement pour but d'indiquer un moyen nouveau infiniment plus sensible que tous les autres pour constater, dans un liquide sucré, l'absence de tout autre sucre que celui de canne.

» Je suis le premier à reconnaître que son assertion est fondée, en sorte qu'en définitive, la question n'avait pas encore été *complétement* résolue jusqu'à ce jour. »

---

(1) Tome XXIV, page 260.

CHIMIE OPTIQUE. — *Sur l'emploi des propriétés optiques pour l'analyse quantitative des solutions qui contiennent des substances douées du pouvoir rotatoire; par* M. BIOT.

« Il se présente en chimie, surtout dans la chimie organique, une infinité de cas où l'on sait qu'une certaine substance existe en proportion inconnue dans une solution liquide, sans qu'on puisse l'isoler pour en mesurer la quantité, soit parce que les matières qui lui sont actuellement associées ne s'en séparent pas dans les précipitations, soit parce qu'elle-même s'altère sous l'influence des opérations qui l'isoleraient. Dans des cas pareils, lorsque la substance cherchée possède les propriétés rotatoires, si les autres éléments de la solution lui sont seulement mélangés, elle porte parmi eux son pouvoir moléculaire inaltéré. Donc, si l'on a pu mesurer antérieurement l'énergie de ce pouvoir, dans une solution dosée, où la substance considérée se trouvait seule active et entrait pour une proportion pondérale connue, l'intensité de la déviation qu'elle produit à travers une épaisseur donnée du mélange complexe montrera en quelle quantité absolue elle y existe. De sorte que, pour la conclure, il suffira de déterminer cette déviation par l'observation immédiate si la substance considérée est seule active dans le mélange, ou en démêlant sa part propre dans la résultante totale des actions analogues que les autres éléments du système exerceraient.

» Ce procédé, appliqué aux solutions de sucre de canne cristallisable, m'a conduit à une formule très-simple qui donne le poids absolu de ce sucre, existante dans une solution aqueuse où l'on a observé et mesuré la grandeur de la déviation qu'il exerce; soit qu'il s'y trouve seul ou mêlé à d'autres matières sucrées, dont l'action rotatoire propre se distingue de la sienne par sa persistance sous l'influence des acides froids, tandis que celle qu'il exerce s'intervertit par cette influence suivant un rapport d'intensité fixe pour chaque acide. L'expérience m'a prouvé que ce mode d'évaluation peut être presque aussi exact que la balance même. Car, en l'appliquant à des solutions dosées, faites en différents temps, avec des échantillons divers de sucre de canne en cristaux, les plus purs qu'il m'ait été possible de me procurer, les proportions pondérales conclues des déviations n'ont différé des pesées que dans les millièmes, comme on le verra par les exemples que je rapporterai. Or on ne pourrait répondre de l'identité des échantillons jusqu'à de telles limites, qu'en les purifiant par des procédés chimiques qu'il n'était pas en mon pouvoir d'employer, si même un pareil

degré de rigueur est accessible pour une substance de cette nature.

» J'ai pu encore obtenir une formule analogue pour le sucre de diabète, dont la chimie a constaté l'identité de composition dans les urines des malades, et qui est le seul élément de cette sécrétion auquel, jusqu'à présent, on ait reconnu un pouvoir rotatoire appréciable. J'avais depuis longtemps communiqué ces méthodes d'évaluation à diverses personnes, mais je n'en avais pas publié la démonstration théorique. Quoiqu'elle dérive très-évidemment des lois générales qui régissent ce genre de phénomènes, leur emploi est encore trop peu pratiqué pour qu'il n'y ait pas quelque utilité à faire voir comment elle s'en déduit.

» Je prends d'abord le cas simple où la substance considérée, que je désignerai par S, est dissoute dans un milieu sans pouvoir rotatoire propre, et dont les éléments homogènes ou hétérogènes n'exercent pas sur elle une action chimique par laquelle le sien soit temporairement ou définitivement modifié. Pour savoir si cette seconde condition est remplie, il n'y a qu'à varier arbitrairement les doses relatives du milieu dissolvant et de la substance S, depuis les plus petites jusqu'aux plus grandes où le système puisse conserver l'état liquide à la température actuelle; puis observer les déviations qu'il exerce dans ces états divers à travers une même épaisseur, et voir si elles sont constamment proportionnelles à la proportion pondérale de la substance S que la solution contient. Si, par exemple, on applique cette épreuve à l'acide tartrique dissous dans l'eau, l'alcool, l'esprit de bois, à une température ambiante constante, on trouvera que, pour une même masse de cet acide, et une même nature du liquide dissolvant, la déviation exercée change avec la proportion pondérale de ce liquide. Et elle change ainsi suivant des lois fixes, non pas seulement dans sa grandeur absolue, mais dans les rapports, même dans le sens, des dispersions que le système imprime aux plans de polarisation des rayons d'inégale réfrangibilité. Ici l'on ne peut plus admettre que les matières en présence sont simplement mélangées, puisqu'elles réagissent visiblement les unes sur les autres, suivant un mode variable, dépendant de leurs proportions relatives. Un résultat analogue s'opère plus ou moins évidemment pour toutes les combinaisons solubles de l'acide tartrique avec d'autres corps. Mais ce singulier acide est la seule substance connue qui présente une diversité d'états si mobile, ou qui manifeste d'une manière si sensible les moindres changements des actions qu'il éprouve ou qu'il exerce. En étudiant les solutions aqueuses de sucre de canne cristallisable, aux limites de leurs proportions les plus distantes où elles puissent exister à l'état liquide, j'ai cru y

entrevoir quelques indices de variations analogues dans le pouvoir moléculaire de cette substance; mais ils m'ont toujours paru si excessivement faibles, que je n'oserais répondre de leur réalité. Je n'en ai pas aperçu de plus sensibles dans les solutions aqueuses des autres matières sucrées; et, en particulier, pour le sucre de canne, lorsqu'il est temporairement décristallisé, et aussi partiellement changé dans sa constitution moléculaire, par la fusion, à l'aide de la chaleur et d'une très-petite dose d'acide acétique, le pouvoir rotatoire du système mixte, mesuré à l'état solide, m'a paru exactement égal à celui de ce même système dissous dans l'eau. Je pourrai donc légitimement, dans ce qui va suivre, considérer les matières sucrées comme étant à l'état de simples mélanges dans leurs solutions purement aqueuses, du moins sous le rapport de leurs propriétés optiques; et les formules que je vais préparer pour elles s'appliqueront à toutes les solutions liquides où les substances douées du pouvoir rotatoire se trouveront dans le même cas.

» Je considère donc un tel milieu, dans lequel la substance S soit seule douée du pouvoir rotatoire, et entre pour la proportion ε dans chaque unité de poids. Soient δ la densité du milieu, prise comparativement à l'eau distillée, et α la déviation du plan de polarisation primitif, observée immédiatement à travers un tube ayant pour longueur l. Afin d'embrasser tous les cas possibles que l'expérience peut présenter, je ne supposerai pas la solution incolore. J'admettrai seulement que, quelle que soit sa couleur, la déviation α de l'image extraordinaire a été mesurée pour un certain rayon simple que l'on a pris pour type, et dont la déviation propre a pu être discernée par quelque artifice physique, ou par quelque caractère théorique, qui signale son absence dans les teintes complexes observées immédiatement. Je dirai tout à l'heure en quoi consistent ces indices de spécification : ici je les suppose obtenus. Pour les rendre toujours comparables, je nomme m le facteur numérique par lequel il faudrait multiplier la déviation α, afin de la ramener à celle que l'on observerait à travers un verre rouge qui ne transmettrait qu'une seule espèce de rayons de cette couleur, en sorte que cette dernière déviation aurait pour valeur $m\alpha$. Alors, si l'on désigne par $[\alpha]$ l'élément constant pour chaque substance, que j'ai appelé son *pouvoir rotatoire moléculaire*, celui de la substance S, évalué conformément aux lois générales de ce phénomène, sera

$$(1) \qquad [\alpha] = \frac{m\alpha}{l\varepsilon\delta}.$$

$[\alpha]$ exprime la déviation que la substance S imprimerait au rayon rouge pris pour type général, si elle agissait sur lui à l'état d'isolement, à travers une épaisseur égale à l'unité de longueur, et avec un tel écartement de ses particules constituantes, que la densité de leur ensemble fût idéalement égale à 1. Par la nature du phénomène, la valeur de $[\alpha]$, ainsi calculée, est une quantité qui reste constante pour chaque substance, dans tous les états d'agrégation ou de désagrégation où les groupes moléculaires qui la constituent peuvent être placés, sans éprouver de changement dans leur action individuelle pour dévier les plans de polarisation des rayons lumineux (*).

» Concevons maintenant que, par une ou plusieurs expériences antérieures, faites sur des solutions exactement dosées, où la même substance S entrait seule active, on ait déterminé la valeur numérique de son pouvoir rotatoire $[\alpha]$, relativement à ce même rayon rouge que nous prenons ici comme type général. Alors, dans l'équation (1) que nous venons de former avec les données de la nouvelle expérience prise pour exemple, $[\alpha]$ sera un nombre connu. Ainsi on en pourra déduire

$$(2) \qquad \varepsilon\delta = \frac{m\alpha}{[\alpha]l}.$$

C'est l'expression qui va nous servir

» Pour en voir l'usage, il faut considérer que, dans cette nouvelle expérience, on connaît toujours l, c'est-à-dire la longueur du tube dans lequel l'observation est faite. Cette observation même détermine la déviation actuelle α; et, de plus, on peut, comme je le montrerai tout à l'heure, effectuer cette mesure sur certaines teintes spéciales de l'image extraordinaire, pour lesquelles la valeur numérique du coefficient m sera fixée d'avance par une expérience très-simple, qui, une fois faite, n'aura jamais besoin d'être répetée. On peut enfin mesurer aussi la densité δ de la solution qu'on observe. Mais, sans employer, pour le moment, cette dernière donnée, on voit que le second membre de l'équation (2) sera entièrement connu par les autres éléments observables que nous venons de spécifier. Il donnera donc la valeur du premier membre $\varepsilon\delta$, qui lui est égal. Il ne s'agit plus que d'examiner ce que ce produit représente dans son application physique.

(*) La démonstration de ce résultat fondamental a été établie, à diverses reprises et sous diverses formes, dans les *Mémoires de l'Académie*. (Voyez en particulier t. XIII, p. 116, t. XV, p. 100; t. XVI, p. 241 et suivantes.)

» Pour cela, il faut se rappeler que ε exprime la proportion inconnue pour laquelle la substance S entre dans chaque unité de poids de la solution considérée. Admettons, comme je le ferai toujours, que les densités δ sont prises comparativement à l'eau distillée, à la température du maximum de condensation, où chaque centimètre cube de ce liquide pèse 1 gramme; soit que les pesées spécifiques aient été réellement faites à cette température, soit qu'ayant été faites à tout autre degré du thermomètre, on les ait ramenées à celle-là par des corrections de dilatation, si on ne les juge pas négligeables. Dans ce mode d'évaluation, δ représentera le poids en grammes de 1 centimètre cube de la solution; et conséquemment le produit $\varepsilon\delta$ exprimera le nombre de grammes de la substance S qui est contenu dans ce volume. On connaîtra ainsi ce nombre par l'équation (2), d'après la déviation observée α; et, en le multipliant par 1000, on aura le poids de la substance S qui est contenu dans chaque litre, sans avoir besoin de l'isoler. Si l'on divise la valeur de $\varepsilon\delta$ par la densité δ, déterminée expérimentalement, on aura ε, c'est-à-dire la proportion de la substance S qui est contenue dans chaque unité de poids de la solution.

» Je vais appliquer ce mode d'évaluation à des expériences réelles qui montreront le degré d'exactitude qu'on en peut espérer. Mais, au préalable, il faut que j'explique comment, dans ces expériences de recherche, les déviations α ont pu être observées relativement à une espèce définie de rayons sensiblement homogènes, et comment on a pu les réduire à un certain type de rayons rouges simples, ou les observer immédiatement sur ce type même.

» Dans tous les liquides *incolores*, excepté ceux qui contiennent en solution l'acide tartrique, libre ou combiné, les plans de polarisation des rayons inégalement réfrangibles éprouvent des déviations dont les grandeurs ont toujours à très-peu près entre elles les mêmes rapports. Cette analogie de pouvoir dispersif est si grande, qu'il faut employer des procédés très-délicats d'opposition et de superposition des images déviées, pour constater qu'elle n'est pas une égalité rigoureuse. Dans tous les cas pareils, lorsqu'on tourne le prisme analyseur autour du rayon transmis, du côté où les déviations s'opèrent, on arrive toujours à un écart angulaire auquel l'image extraordinaire prend une couleur bleue de plus en plus foncée, qui se change presque immédiatement en rouge jaunâtre, ces deux nuances contrastées étant séparées seulement l'une de l'autre par un bleu violacé ou violet bleuâtre, tout à fait analogue à celui de la fleur du lin. D'après la loi suivant laquelle les plans de polarisation des divers rayons

simples se trouvent dispersés dans ces phénomènes pour les cas que nous considérons ici, j'ai pu autrefois calculer la composition de cette teinte de passage, et j'ai trouvé : 1° que sa déviation coïncide presque rigoureusement avec celle des rayons jaunes simples ; 2° que l'image extraordinaire, lorsqu'elle passe par cette teinte, se trouve dans son minimum d'intensité absolu. Le premier de ces résultats montre que les déviations qui y correspondent sont comparables entre elles, comme si elles appartenaient à un rayon simple ; la seconde particularité donne le moyen de déterminer cette déviation comparable, même lorsque l'intensité de l'image extraordinaire y devient si faible qu'on ne peut plus discerner sa teinte, ou qu'elle devient totalement imperceptible à la sensation.

» Un autre mode d'observation, qui serait moins commode que le précédent pour des expériences courantes, mais qu'on peut toujours employer pour des expériences de recherche, consiste à observer les déviations α à travers certains verres rouges qui, interposés dans le trajet d'un faisceau blanc d'une intensité médiocre, transmettent seulement des rayons rouges d'une réfrangibilité si peu différente, que l'œil n'y distingue aucune diversité de nuances perceptible à l'observation directe. Pour ne pas interrompre les raisonnements, j'explique ici en note la manière de reconnaître expérimentalement les verres qui ont cette propriété [*]. Celui dont j'ai fait habituellement usage depuis l'origine de mes recherches m'a été donné par Fresnel. Le rouge qu'il transmet m'a paru à peu près répondre à la raie C de Frauenhoffer. C'est ce même rouge que j'ai pris pour type dans toutes les expressions que j'ai données des pouvoirs rotatoires. J'ai trouvé, par de nombreuses expériences, que, dans les solutions incolores de sucre de canne cristallisable, et, en général, dans toutes celles où il n'entre pas d'acide tartrique, la déviation de ce rouge est très-approximativement les $\frac{23}{30}$ de celle que subit la teinte violet-bleuâtre à égale épaisseur ; de sorte qu'en le prenant pour type, le coefficient numérique m, propre à cette seconde teinte dans notre formule (2), sera $\frac{23}{30}$. C'est aussi la valeur que je lui ai attribuée habituellement. Mais chaque observateur pourra, de même, par des expé-

[*] Les verres qui produisent cet effet sont, à ce que je crois, colorés en rouge par le protoxyde de cuivre. Plus ils sont épais, plus les rayons qu'ils transmettent se simplifient et se rapprochent du rouge extrême du spectre. Mais comme la proportion de ces rayons dans la lumière incidente diminue à mesure qu'ils s'épurent, on arrive bientôt à un terme où l'emploi de verres trop épais serait incommode dans les expériences auxquelles nous

riences pareilles, déterminer celle qui convient à l'échantillon particulier de verre rouge dont il voudra faire usage; et, en le rapportant ainsi, par ses effets, à la teinte bleue violacée dont la composition est invariablement fixée par la nature du phénomène, les déviations exprimées pour cette dernière teinte deviendront exactement comparables, quel que soit le verre rouge dont chaque observateur se sera servi.

» Je vais maintenant appliquer la formule (2) à deux expériences dans l'une desquelles les déviations ont été observées comparativement, par les deux procédés que je viens d'expliquer. Toutes deux ont été faites sur des échantillons de sucre de canne candi, choisis comme très-purs, qui ont été dissous à froid, dans l'eau distillée, en proportions pondérales très-dissemblables, déterminées par la balance avec beaucoup de soin. En voici tous les éléments :

TABLEAU A.

DATE DE L'EXPÉRIENCE et désignation de l'échantillon employé.	LA PROPORTION pondérale dans l'unité de poids de la solution, ε	DENSITÉ de la solution, celle de l'eau distillée étant prise pour unité. δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètr. l	DÉVIATION de la teinte de passage bleue violacée, observée à l'œil nu. α	DÉVIATION observée à travers le verre rouge. $m\alpha$	RAPPORT de la seconde déviation à la première. m
1837, mai 27. — Sucre candi en cristaux, séché à l'air depuis un an dans un vase de verre couvert par un papier.	0,571481	1,268886	145,50	$+75^{\circ}$	$+57^{\circ}2167$	$\frac{22,887}{30}$
1840, mars 21. — Sucre candi pur, séché à l'étuve à 50°: solution dosée par MM. Soubeiran et Capitaine.	0,257272	1,1106	523,25	107,5	82,42	$\frac{23}{30}$

» La première solution a été observée dans un tube de verre dont la longueur avait été mesurée avec un compas curseur de M. Gambey qui accuse les

---

supposons ici appliqués, parce qu'ils affaibliraient trop l'intensité des images transmises, surtout dans le cas habituel où la lumière incidente est celle des nuées, déjà affaiblie par réflexion qui la polarise. Pour choisir l'ordre d'épaisseur auquel il convient de s'arrêter, il faut, dans l'obscurité, réfracter par un prisme très-dispersif la lumière d'une bougie ou d'une lampe placée à quelques mètres de distance, dans une chambre différente de celle où se trouve l'observateur, de manière que l'œil appliqué contre la face d'émer-

vingtièmes de millimètre au moyen d'un vernier. La seconde l'a été dans un tube de cuivre dont le tuyau intérieur avait été mesuré avec ce même instrument, et l'écart du bouchon variable par l'apposition d'une division en millimètres dont les fractions se déterminaient à vue. Pour cette seconde solution, l'état excessivement inconstant du ciel faisait varier les limites de visibilité à travers le verre rouge d'une manière trop capricieuse, pour qu'on ait pu observer ainsi la déviation avec une suffisante certitude. C'est pourquoi on l'a conclue de la déviation observée à l'œil nu, en multipliant celle-ci par $\frac{23}{30}$, ayant trouvé, comme je l'ai dit plus haut, par un grand nombre d'expériences, que c'était là le rapport moyen de ces deux déviations pour le verre rouge dont je fais usage, toutes les fois que les solutions sont incolores et ne contiennent pas cette substance exceptionnelle, l'acide tartrique. On peut remarquer, dans notre tableau, que la première solution de sucre, où les deux déviations ont pu être mesurées, donne en effet, pour leur rapport, une valeur très-peu différente de la moyenne $\frac{23}{30}$ que j'ai appliquée à la seconde solution. Cette discussion des éléments numériques qui vont nous servir de type était nécessaire pour en suivre comme pour en justifier l'emploi.

» Je vais d'abord les soumettre à une épreuve qui devra montrer leur accord ou leur discordance. A cet effet je distingue les éléments de la première expérience, et ceux de la seconde, en appliquant aux lettres qui les expriment un ou deux accents. Puis, partant de la condition que le pouvoir moléculaire $[\alpha]$ doit résulter le même de l'une et de l'autre si

---

gence du prisme voie l'image dispersée de la flamme sans être frappé par sa lumière directe. Alors on place au-devant de l'œil les verres que l'on veut essayer, et l'on choisit ceux qui ne laissent passer qu'une image sensiblement rouge, sans adjonction notable d'autres couleurs. Ce rouge n'est pas sans doute rigoureusement simple ; mais l'amplitude des réfrangibilités qu'il embrasse est assez restreinte pour qu'il ne soit que peu dispersé dans les expériences de déviation, lorsqu'on n'étend pas celles-ci à de trop grands arcs. Alors on complète l'exactitude, et l'on rend les déviations tout à fait comparables, en les mesurant dans l'azimut où l'image extraordinaire, toujours sensiblement rouge pour l'œil, atteint son minimum d'intensité. Lorsqu'elle y devient si faible qu'elle cesse d'être perceptible dans une petite amplitude d'arc, ce qui arrive d'ordinaire, on détermine encore l'azimut de ce minimum invisible en prenant la moyenne des positions du prisme analyseur, qui répondent à la disparition, puis à la réapparition ultérieure de l'image. Cela doit se faire par plusieurs couples d'observations successives, tant pour atténuer leurs erreurs individuelles que pour compenser les variations qui peuvent survenir dans les limites de visibilité, par les changements accidentels de l'éclat de l'atmosphère pendant chaque couple d'observations.

elles sont exactes, j'égale entre elles les deux expressions de ce pouvoir, conclues ainsi par l'équation (1), ce qui donne

$$\frac{m''\alpha''}{l''\varepsilon''\delta''} = \frac{m'\alpha'}{l'\varepsilon'\delta'}; \qquad \text{par conséquent} \quad \varepsilon''\delta'' = \varepsilon'\delta' \cdot \frac{m''\alpha''l'}{m'\alpha'l''}.$$

Pour rendre la comparaison plus rigoureuse, je l'établis entre les déviations observées de la même manière, soit à l'œil nu, soit à travers le verre rouge, qui a été identique dans les deux expériences. Alors, pour le premier mode, les coefficients m', m'' ont tous deux une valeur égale, qui est $\frac{25}{30}$. Dans le second ils ont encore une même valeur, qui est 1. Il en résulte donc toujours

$$(3) \qquad \varepsilon''\delta'' = \varepsilon'\delta' \frac{\alpha''l'}{\alpha'l''}; \qquad \text{conséquemment} \quad \frac{\varepsilon''\delta''l''}{\alpha''} = \frac{\varepsilon'\delta'l'}{\alpha'} \qquad (4),$$

pourvu que les déviations α', α'' soient celles qui ont été observées de la même manière dans les deux cas.

» La vérification projetée est maintenant bien facile à faire sur l'équation (4), puisque l'égalité qu'elle exige s'établit entre des quantités qui dépendent uniquement de l'une ou de l'autre solution. Si l'on fait, en général,

$$C = \varepsilon\delta\frac{l}{\alpha},$$

la fonction C devra avoir une même valeur numérique, quelle que soit celle des deux solutions par laquelle on la calcule, sauf les erreurs que les observations peuvent comporter.

» Prenant donc les déviations analogues rapportées pour chacune des deux expériences dans notre tableau A, je calcule séparément les valeurs de la fonction C qui s'en déduisent, et j'obtiens les résultats contenus dans le tableau qui suit.

TABLEAU B.

	DÉVIATION du violet bleuâtre.	DÉVIATION à travers le verre rouge.
	Valeur de C.	Valeur de C.
1837. — 1re solution..........	1,40678	1,84356
1840. — 2e solution..........	1,39076	1,81396
Valeurs moyennes..........	1,39877	1,82876

» Le peu de différence des valeurs de C relatives à chaque espèce de déviation, montre déjà que les deux expériences s'accordent entre elles d'une manière satisfaisante. Mais, pour apprécier l'importance de l'écart que présentent ces valeurs, je vais en reporter l'influence totale sur la seconde solution. A cet effet, je vais calculer son dosage d'après les déviations qu'on y a observées, en partant de la valeur de C obtenue par la première : ce dosage se conclura de la formule (4), qui donne

$$(5)\qquad \varepsilon''\delta'' = \frac{C\alpha''}{l''};\quad \text{d'où}\quad \varepsilon'' = \frac{C\alpha''}{l''\delta''}.$$

Prenant donc les valeurs de l'', δ'' relatives à la seconde solution, et associant chacune d'elles aux valeurs des deux déviations qui leur appartiennent, on trouve pour ε'' les valeurs suivantes :

Par la déviation à l'œil nu. . . . . $\varepsilon'' = 0,26023$
Par la déviation à travers le verre rouge. $\varepsilon'' = 0,26153$
Dosage mesuré par la balance, selon MM. Soubeiran et Capitaine. $\varepsilon'' = 0,25727$

» Ainsi, en considérant les proportions pondérales et la densité, déterminées par MM. Soubeiran et Capitaine, comme absolument rigoureuses, le dosage de la seconde solution, calculé d'après la première au moyen des déviations observées, ne serait en erreur que de $\frac{3}{1000}$ ou $\frac{4}{1000}$ au plus. On peut donc légitimement adopter la moyenne des deux expériences, comme devant offrir une plus grande probabilité d'exactitude que n'en donnerait une des deux seule. Alors, la quantité de sucre de canne cristallisable contenue dans une solution quelconque, dosée ou non dosée, colorée ou incolore, s'obtiendra numériquement, soit en grammes, soit en proportion pondérale, d'après la seule observation optique de la déviation que cette substance y exerce. La formule de ce résultat sera comme il suit :

TABLEAU C.

		PAR LA DÉVIATION de l'image extraordinaire violet bleuâtre, dans les solutions incolores.	PAR LA DÉVIATION de l'image extraordinaire observée dans son minimum d'intensité à travers un verre rouge pareil à celui du tableau A.
		grammes.	grammes.
Poids absolu du sucre de canne cristallisable contenu dans un litre de la solution.	$\varepsilon\delta$	$1399\,\frac{\alpha}{l}$	$1829\,\frac{\alpha}{l}$
Proportion de ce même sucre, dans chaque unité de poids de la solution.	ε	$1,399\,\frac{\alpha}{l\delta}$	$1,829\,\frac{\alpha}{l\delta}$

» δ est la densité de la solution prise comparativement à l'eau distillée ; l la longueur du tube d'observation en millimètres; α la déviation observée à travers l'épaisseur l, et exprimée en degrés. On voit que la densité n'est nécessaire à connaître que pour obtenir la proportion pondérale.

» Pour rendre sensible l'usage de cette formule, je choisirai trois exemples qui montreront l'étendue des applications qu'elle embrasse. On donne trois solutions, A, B, C, que l'on sait ne contenir que du sucre de canne cristallisable, mêlé à d'autres substances dénuées de pouvoir rotatoire. On a pris leurs densités, et mesuré les déviations qu'elles exercent sur la lumière polarisée à travers une épaisseur de 160^{mm}, en les observant avec un verre rouge, identique à celui du tableau A. Ces déterminations réunies ont donné les résultats suivants :

TABLEAU D.

	LONGUEUR du tube d'observation en millimètres.	DENSITÉS prises comparativement à l'eau distillée.	DÉVIATION observée à travers le verre rouge.
Solution A..........	160	1,004	+ 0°888
Solution B..........	160	1,040	9,196
Solution C..........	160	1,311	75,394

» On demande les proportions pondérales de sucre de canne cristallisable contenues dans ces trois liqueurs.

» Les déviations α ayant été mesurées à travers le verre rouge, il faut former la quantité $\frac{\alpha}{l\delta}$ pour chacun des trois liquides, et les multiplier par le coefficient 1829, pris dans la dernière colonne du tableau C. Le produit sera ε; on trouve ainsi :

Proportion pondérale de sucre cristallisable dans la solution A... $\varepsilon = 0,01105$
dans la solution B... $\varepsilon = 0,10110$
dans la solution C... $\varepsilon = 0,65709$

» Maintenant, pour savoir si ces nombres s'accordent avec des dosages réels, et jusqu'à quel point ils y sont conformes, il n'y a qu'à ouvrir le tome XIII des *Mémoires de l'Académie*. On y trouvera, à la page 125, un

tableau numérique que j'avais dressé alors, en interpolant les résultats optiques de trois solutions de sucre de canne candi dans l'eau distillée, dont les observations se trouvent rapportées en original à la page 118. Or les déviations α, et les densités δ que je viens d'attribuer aux trois solutions A, B, C, sont précisément celles qui sont consignées à la première, à la dixième et à la dernière ligne du tableau dont il s'agit, où la longueur du tube d'observation est supposée aussi constamment égale à 160^{mm}; et les proportions pondérales se trouvent écrites sur les mêmes lignes dans la première colonne, avec deux décimales seulement. On y voit ainsi, pour la solution A, 0,01; pour B, 0,10; pour C, 0,65; ce qui ne diffère des résultats de notre calcul actuel que dans l'ordre des décimales négligées en construisant la table numérique. Cet accord fournit une confirmation d'autant plus évidente, qu'elle dérive de résultats depuis longtemps publiés, qui ne sont entrés pour rien dans la composition de notre formule actuelle. Je suis toutefois porté à considérer cette dernière comme étant préférable aux évaluations de l'ancienne table, parce que les déviations qui en sont un des éléments ont été obtenues avec une plus grande pratique de ce genre d'observations, et ont été combinées avec une étude plus approfondie de la théorie du phénomène. La nouvelle formule est aussi d'une application plus générale, en ce qu'elle n'est pas restreinte aux solutions faites dans l'eau distillée pure, mais s'applique à tous les liquides quelconques dépourvus de pouvoir rotatoire propre, dans lesquels le sucre de canne cristallisable peut être dissous sans être chimiquement modifié.

» On peut même l'étendre aux cas où le dissolvant contiendrait aussi d'autres substances douées d'un pouvoir rotatoire propre, pourvu que l'on puisse distinguer et apprécier dans la résultante totale qu'on observe la portion qui est produite par le sucre cristallisable seul. Car, dans un mélange complexe ainsi composé, les déviations opérées isolément par chaque principe se combinent seulement par addition quand ils sont de même sens, et par soustraction quand ils sont de sens contraire : de sorte que la proportion de chacun d'eux s'obtient par le coefficient constant qui lui est propre, quand on connaît la portion de la déviation totale qu'il produit. Je présenterai prochainement l'application de cette méthode à la recherche des proportions de sucre de canne cristallisable contenues dans les liquides soit naturels, soit artificiels, où il se trouverait mélangé avec toutes les matières sucrées de nature différente, dont les caractères ont pu être isolément étudiés.

» Maintenant, les résultats qui précèdent étant admis, comment un

autre observateur pourra-t-il les adapter à son usage, et les combiner avec ses observations propres, pour trouver les proportions de sucre de canne cristallisable contenues dans les solutions simples ou complexes, colorées ou incolores, qu'il voudra examiner optiquement? On va voir que rien n'est plus facile.

» D'abord, pour les solutions incolores, la première colonne du tableau C est immédiatement applicable, puisque la déviation de la teinte violet bleuâtre, qui est la donnée de la formule, peut y être directement observée. Il ne peut donc y avoir de difficulté que pour les solutions colorées, où la déviation se mesure par l'intermédiaire d'un verre dont la teinte propre peut ne pas être identique avec celle qui est employée dans la formule.

» Parmi les différentes espèces de verre colorés artificiellement, ceux qui le sont en rouge par le protoxyde de cuivre sont, jusqu'à présent, les seuls connus qui, avec une petite épaisseur, transmettent une teinte presque homogène lorsqu'on les interpose dans le trajet d'un faisceau blanc, polarisé, d'une intensité médiocre, tel que celui auquel l'œil s'applique dans les expériences de déviation. Néanmoins on trouve aussi des verres verts, colorés, je crois, par le chrome, et d'autres orangés, dont j'ignore la composition, qui, employés à des épaisseurs un peu plus fortes, dans les circonstances que je viens de spécifier, éteignent aussi presque entièrement les rayons dont la réfrangibilité s'éloigne le plus de leur teinte dominante; de sorte que, si on les interpose dans le trajet d'un faisceau blanc très-dispersé, comme je l'ai expliqué pour l'analyse des verres rouges, dans la note des pages 624, 625 et 626, ils réduisent le spectre transmis à une étendue très-restreinte, répartie de part et d'autre de leur teinte propre, qui en forme la portion la plus abondante en lumière. Quand on emploie de pareils verres dans les expériences de déviation, on s'aperçoit bien que la teinte extraordinaire qu'ils transmettent est hétérogène, puisqu'elle change d'une manière perceptible pour l'œil en variant la position du prisme analyseur. Mais, si les déviations que l'on observe n'excèdent pas en moyenne 60 à 70 degrés, et il n'y a aucune utilité à les rendre plus grandes, le changement n'est sensible qu'autour, et à peu de distance, d'un minimum d'intensité bien marqué, où l'image extraordinaire devient même tout à fait imperceptible pour des déviations moins fortes que je ne viens de l'indiquer. Ce minimum doit donc alors répondre exactement, ou presque exactement, à la déviation des rayons simples qui forment la teinte dominante du verre ainsi employé. Or l'observation en est presque aussi facile

sur les solutions colorées que sur les incolores, surtout quand la teinte dominante du verre se rapproche de la leur, ce qui affaiblit d'autant moins la lumière transmise. Cette analogie est habituellement très-aisée à obtenir pour les solutions de matières organiques, quand on se sert d'un verre orangé. Car il suffit presque toujours de varier leur degré de dilution ou leur épaisseur, pour les faire passer par le jaune et par l'orangé avant d'arriver au rouge.

» Or, de ces déviations on peut conclure celle que la même solution imprimerait à la teinte bleue violacée à travers la même épaisseur, si elle était naturellement incolore, ou décolorée artificiellement. Car le rapport de dispersion des divers rayons simples reste le même dans ces deux circonstances, comme je l'ai depuis longtemps établi. Il ne reste donc qu'à découvrir et fixer sa valeur relativement au verre coloré dont on fait usage. Pour cela, prenez une solution aqueuse de sucre de canne cristallisé qui soit incolore et bien limpide. Vous n'avez pas besoin de connaître son dosage, ni sa densité, ni même la longueur du tube à travers lequel vous l'observerez. Il faut seulement combiner ces diverses particularités de manière que la déviation imprimée à la teinte violet bleuâtre soit d'environ 60 à 70 degrés, sans beaucoup excéder cette dernière limite, pour que les plans de polarisation des divers rayons simples ne soient pas trop fortement dispersés. Mesurez alors avec beaucoup de soin la valeur de cette déviation, que je désignerai par Σ. Puis, prenez le verre coloré, rouge, orangé ou vert, dont vous voulez habituellement vous servir, et dont l'appropriation aura été préalablement constatée par l'analyse prismatique, comme je l'ai dit plus haut. Mesurez de même avec un égal soin la déviation V de l'image extraordinaire dans son minimum d'intensité à travers ce verre, pour votre solution incolore. Vous le ferez directement si cette image y est perceptible, ou par une évaluation moyenne entre ses limites de disparition et de réapparition, si elle est évanouissante. Cette expérience une fois faite, la valeur relative de votre verre sera la même pour toutes les solutions colorées ou incolores dont l'acide tartrique ne sera pas un des éléments. Ainsi, quand vous y aurez observé une déviation ν, relative au minimum d'intensité de l'image extraordinaire, à travers le même verre, la déviation correspondante de la teinte bleue violacée sera

$$S = \frac{\Sigma}{V} \nu,$$

de sorte que vous l'obtiendrez par cette simple proportionnalité comme vous l'auriez obtenue par l'observation si la solution eût été incolore. La

déviation S étant ainsi connue pour la teinte violet bleuâtre, dans la solution quelconque que vous étudiez, vous pourrez l'employer comme élément de dosage, de même que si vous l'aviez observée effectivement. Par exemple, si la substance active est du sucre de canne cristallisable, on pourra l'introduire dans la formule quantitative propre à cette espèce de teinte; et en remplaçant le coefficient 1399 du tableau C par le nombre plus simple 1400, qui s'en rapproche autant qu'il est nécessaire, on en déduira :

1°. L poids absolu de sucre de canne cristallisable contenu dans chaque litre de la solution observée, exprimée en grammes. $1400^{gr.}\frac{S}{l}$;

2°. La proportion de ce sucre dans chaque unité de poids de cette solution . . . . $1,4\,\frac{S}{l\delta}$;

l représente la longueur du tube d'observation exprimée en millimètres, et δ la densité de la solution prise comparativement à l'eau distillée.

» En m'appuyant sur les mêmes principes, j'ai pu établir une formule analogue pour le sucre de diabète, que les chimistes ont reconnu avoir aussi une composition constante quand il est isolé à l'état solide, et qu'on l'a purifié par des lavages alcooliques réitérés suffisamment. Mais, pour cela, il m'a fallu constater la constance de sa constitution moléculaire dans l'état définitif où on l'obtient. Je l'ai fait d'abord en mesurant le pouvoir rotatoire de cette espèce de sucre sur des échantillons que M. Péligot m'avait remis, et qu'il avait lui-même retirés de l'urine des malades, les uns en 1836, d'autres en 1840, sans qu'il eût conservé l'idée de la comparaison que je pouvais établir entre eux. Je les ai trouvés moléculairement identiques. J'en ai reçu aussi de M. Bouchardat, qu'il avait préparés de son côté à l'Hôtel-Dieu; et ils m'ont encore présenté, à très-peu de chose près, la même identité. J'ai établi ma formule quantitative sur la moyenne des résultats que ces trois sortes d'échantillons m'avaient fournis. Mais, afin d'en faciliter l'application pratique, je n'ai pas calculé son coefficient constant pour le seul but des recherches physiques, où la déviation pourrait être observée, soit avec le verre rouge, soit à l'œil nu, sur des urines décolorées artificiellement. Je l'ai déterminé aussi pour le cas pratique où l'on voudrait faire directement l'observation à l'œil nu sur les urines naturelles, toujours plus ou moins colorées d'une teinte jaunâtre qu'on peut aisément amener au jaune orangé en variant la longueur du tube où on les observe. Alors quand on les aura ainsi observées, la formule donnera immédiatement le nombre de grammes de sucre qu'elles contiennent par litre, avec une approximation plus que suffisante pour les conséquences médicales qu'on en voudra inférer. Voici le tableau des nombres, qui est analogue à celui que

nous avons dressé pour le sucre de canne, page 628 :

TABLEAU E.

		PAR LA DÉVIATION de la teinte violet bleuâtre observée à l'œil nu à travers les urines supposées incolores ou décolorées artificiellement.	PAR LA DÉVIATION observée à l'œil nu au minimum d'intensité de l'image extraordinaire, la teinte naturelle à travers le tube étant un jaune orangé.	PAR LA DÉVIATION observée à travers un verre rouge pareil à celui du tableau A.
		gr.	gr.	gr.
Poids absolu de sucre de diabète pur contenu dans chaque litre de l'urine observée.	$\varepsilon\delta$	$2176\,\frac{\alpha}{l}$	$2340\,\frac{\alpha}{l}$	$2838\,\frac{\alpha}{l}$
Proportion de ce même sucre dans chaque unité pondérale du liquide	ε	$2,176\,\frac{\alpha}{l\delta}$	$2,340\,\frac{\alpha}{l}$	$2,838\,\frac{\alpha}{l\delta}$

» l représente, comme précédemment, la longueur du tube d'observation, δ la densité du liquide prise comparativement à l'eau distillée, et α la déviation de l'image extraordinaire exprimée en degrés sexagésimaux pour chaque mode d'observation. Ici encore la connaissance de la densité n'est nécessaire que si l'on veut connaître la proportion pondérale. Les coefficients numériques employés dans la première et la dernière colonne embrassent l'amplitude totale des teintes que le liquide peut présenter. La colonne intermédiaire s'appliquera immédiatement à toutes les observations courantes, en variant la longueur du tube de manière que le liquide, vu à travers, présente une teinte jaune-orangé : s'il est plus pâle, l'évaluation ainsi obtenue sera un peu trop forte; elle sera, au contraire, un peu trop faible s'il a une teinte plus foncée. Mais la faible différence numérique du coefficient moyen aux coefficients extrêmes montre que l'évaluation ainsi faite, pour la teinte jaune-orangé, sera toujours suffisamment exacte pour les applications médicales.

» Par exemple, M. Rayer avait, à l'hôpital de la Charité, un malade fortement atteint de diabétisme, dont il m'envoya l'urine à étudier. Je la filtrai d'abord, comme il faut toujours le faire pour en séparer les matières suspendues qui troubleraient sa transparence. Je l'observai ensuite à l'œil nu dans un tube de $347^{mm},6$, où elle donna une déviation vers la droite égale à $+18°,5$. Sa couleur, vue à travers le tube, était jaune. En lui appliquant notre coefficient moyen, on aura

$$\text{Poids du sucre par litre } 2340^{gr}\,\frac{185}{3476} \text{ ou } 124^{gr},54\,;$$

mais cette évaluation est peut-être un peu trop forte, parce que la teinte transmise à travers le tube, par le liquide filtré, se rapprochait plus du jaune que de l'orangé. Le calcul fait avec le coefficient de la première colonne donnerait 115^{gr},80, qui serait un nombre trop faible. La différence de ces deux limites est bien petite pour un tel résultat.

» A la rigueur, ce calcul indique seulement le poids de sucre solide libre qu'il faudrait supposer dissous dans l'urine pour lui faire produire la déviation observée; et l'on pourrait se demander s'il n'y serait pas engagé dans des combinaisons qui rendraient son pouvoir propre plus grand ou moindre qu'on ne l'observe à l'état de solidité et d'isolement. Cette supposition, en elle-même, me paraît peu vraisemblable. Car, d'abord, l'extraction du sucre solide, après l'évaporation, s'opère par de simples lavages alcooliques qui sembleraient peu capables de désunir des combinaisons quelque peu énergiques, et l'on n'en retrouve pas de telles dans le produit sucré définitivement isolé par ces opérations. Puis, il n'y a pas ici d'inversion de pouvoir dans le passage de l'état liquide à l'état solide, comme on l'observe avant et après la solidification du sucre de raisin. Enfin le sucre de canne cristallisé, qui est incomparablement moins stable que les sucres solides de fécule, de raisin et de diabète, m'a paru conserver son pouvoir rotatoire inaltéré, ou à peine affaibli, dans sa combinaison avec le chlorure de sodium, du moins autant que j'en ai pu juger sur les quantités extrêmement petites de ce produit que M. Peligot m'a remises. Ces trois genres de considérations se réunissent ainsi pour indiquer que le poids de sucre solide de diabète, donné par notre calcul, préexiste tout entier dans l'urine observée à l'état liquide. Mais ceci ne peut être utile à discuter que pour la chimie, et non pour l'application symptomatique, à laquelle l'alternative est indifférente. Car le poids, et le pouvoir, du sucre retiré à l'état solide seront toujours proportionnels à sa quantité, combinée ou non combinée, qui préexiste dans la sécrétion; pourvu que la combinaison supposée soit constamment de même nature, ce qui paraît indubitable.

» Je n'ai pas pu composer une formule pareille pour le sucre de fécule, par la raison que ce n'est pas un corps fixe et défini, mais qu'il y en a diverses variétés que les chimistes n'ont pas, jusqu'à présent, soumises à des analyses distinctes. Nous en avons fait connaître plusieurs, M. Persoz et moi, que nous avons distinguées les unes des autres par leurs propriétés optiques, ainsi que par le mode successif et brusque de leur formation, quand on fait agir l'acide sulfurique sur la fécule, à chaud, par un contact plus ou moins prolongé. Le sucre d'amidon des anciennes fabriques

est le dernier terme de cette réaction. M. Jacquelin a formé postérieurement un de ces nouveaux produits par l'action de $\frac{2}{1000}$ d'oxide oxalique, aidée de la pression dans l'autoclave; et il a obtenu ainsi un sucre fermentescible dont le pouvoir rotatoire surpasse celui du sucre de canne, comme j'ai eu occasion de le constater. J'ignore si le sucre qui se forme sous l'influence de la diastase est de ce même genre, parce que je ne pense pas qu'on l'ait jusqu'à présent isolé. Quant au sucre d'amidon que l'on trouve actuellement dans le commerce, son identité de constitution, je dirai même de composition, me semble fort douteuse, surtout si l'on compare celui de certaines fabriques à celui que l'on préparait par les anciens procédés. Mais, en ne considérant que les produits sucrés à rotation énergique dont j'ai parlé plus haut, lesquels résultent certainement de la seule transformation de la fécule, ce serait un beau problème de chimie organique que d'examiner s'ils ne constitueraient pas des combinaisons fixes mais diverses de sucre et de dextrine, et, dans ce dernier cas, s'ils sont complétement ou incomplétement fermentescibles. Mais les chimistes n'ont pas jusqu'à présent porté leur attention sur la diversité de caractères moléculaires qui les distinguent. C'est probablement dans la supposition actuelle de leur identité rigoureuse qu'un des plus distingués parmi eux a proposé de réunir les sucres solides d'amidon, de raisin et de miel, sous la dénomination commune de *glucose*, qui s'est établie dans la science à l'abri de son autorité. Je ne crois pas manquer à l'estime que je lui dois, non plus qu'à l'amitié que je lui porte, en combattant cette unité de nom, qui présuppose une identité de constitution jusqu'ici non démontrée par l'expérience. Et je le fais d'autant plus librement que les chimistes qui l'ont adoptée d'après lui en ont étendu l'application avec beaucoup moins de réserve qu'il n'en avait apporté lui-même en la proposant (*). Car on l'a employée, par exemple, pour désigner aussi le sucre liquide des fruits, qui, dans la plupart d'entre eux, est constitué moléculairement d'une tout autre manière que les sucres solides d'amidon ou de raisin. On a compris également sous le nom de *glucose* le produit sucré qui se forme dans le jus de la canne, sous l'influence de la fermentation spontanée, ou des acides, quoiqu'il offre une dissemblance moléculaire pareille; dissemblance qui, dans ce dernier cas, peut, à ma connaissance, persister après la saturation de l'acide, même dans les agglomérations solides que le sirop rapproché finit par produire au bout de plusieurs années de repos et d'exposition à l'air. Cette assimilation de produits aussi moléculairement divers, se trouve, pour

(*) *Comptes rendus*, t. VII, page 109.

ainsi dire, scientifiquement constituée en fait dans un ouvrage récent, auquel son mérite réel et le nom de son auteur présagent une immense publicité. Je veux parler du *Traité de Chimie organique* de M. Liebig. Dans le chapitre où cet habile chimiste traite des produits sucrés, il présente en première ligne le sucre de canne cristallisable, puis la *glucose*, comprenant, suivant lui, *comme synonymes*, les sucres de diabète, de raisin, d'amidon et de fruits; puis enfin le sucre de lait, ou *lactine*. Or, dès les premiers pas, cette classification, indépendante de la constitution moléculaire, lui fait méconnaître l'existence de produits naturels préexistants, mais non jusqu'à présent séparables à l'état solide, comme le sucre de raisin liquide et le sucre liquide du miel, qu'il confond avec celui de raisin solide, c'est-à-dire, selon lui, d'amidon. Puis, dans les transformations si spéciales du sucre de canne par la fermentation ou par les acides, c'est encore, à ses yeux, du sucre de raisin, c'est-à-dire d'amidon qui se forme. Enfin, parmi les modifications successives de la fécule en matière sucrée par les acides, il n'en mentionne qu'une seule, celle qu'on obtient par une ébullition longtemps prolongée en présence de l'acide sulfurique. Tous les intermédiaires qui succèdent par sauts brusques au développement de la dextrine lui échappent. Il assimile au même sucre de fécule celui qu'on obtient par l'influence de la diastase; de sorte que tant de corps, dont plusieurs sont constitués en réalité de manières si diverses et subissent des modifications si dissemblables, sont pour lui une identité. Toutefois sa grande habitude des expériences chimiques lui inspire bien quelques doutes, suggérés par des différences dans les caractères extérieurs, comme aussi dans les points de fusibilité ou de solubilité. Mais ces indices sont trop faibles et trop peu profonds pour lui fournir les fondements d'une opposition décidée aux idées admises. C'est que la considération des propriétés moléculaires, le seul fil qui pouvait le guider dans ce labyrinthe, lui a manqué entièrement. Non qu'il ait tout à fait ignoré les phénomènes optiques qui les décèlent, puisqu'il en cite quelques-uns à l'article des sucres (1); mais on voit qu'il ne les a pas lui-même observés, et encore moins discutés. Car il les décrit incomplétement, inexactement, sans les rapporter à leur origine intime, sans en sentir la force, et en les présentant à peu près comme on résumerait une série de particularités secondaires, auxquelles nul principe de mensuration ne s'attacherait. Par exemple, en citant la dextrine, que les caractères rotatoires ont fait pour

(1) Tome Ier de la traduction française, p. 496.

la première fois distinguer des gommes, avec lesquelles on l'avait jusqu'alors confondue, *M. Payen et M. Persoz*, dit-il, *lui ont donné ce nom parce qu'elle possède la propriété de dévier à droite les rayons de lumière polarisée* (1). M. Payen pensera, je crois, avec moi, que M. Liebig est ici au moins pour une bonne moitié en erreur. Car, lorsque nous fîmes connaître, M. *Persoz* et *moi*, il y a bientôt dix ans, l'individualité de la dextrine, nous la nommâmes ainsi, non pas tant à cause du sens de son pouvoir, qui lui est commun avec beaucoup d'autres substances, qu'à cause de la singulière énergie avec laquelle elle l'exerce, et qui est telle qu'aucune autre substance organique connue n'en approche. Or, c'est précisément ce degré d'intensité mesurable qui complète le caractère spécifique de l'action dans tous les corps où elle est de même sens; et voilà ce que M. Liebig paraît avoir ignoré. Aussi, ce même manque de données sur la constitution moléculaire des corps se fait-il remarquer dans les autres parties de son ouvrage où elles lui auraient été le plus utiles: par exemple, lorsqu'il traite des diverses espèces de camphres, ou de l'acide tartrique et de ses combinaisons si variées, ou des huiles essentielles et de cette multitude de produits isomériques qu'elles engendrent. Car alors il se perd dans le dédale de noms qui ont été donnés à ces produits; ne pouvant, comme il le dit lui-même, assimiler le térébène de M. Deville à celui de MM. Soubeiran et Capitaine, ni distinguer le péricylène de ceux-ci, du térébène de celui-là (2); de sorte qu'au nom de ces substances il est encore obligé d'ajouter celui des chimistes. C'est qu'en effet, ici comme dans beaucoup d'autres parties de la Chimie organique, les propriétés optiques, lorsqu'elles existent, peuvent seules fournir des caractères moléculaires qui fassent distinguer les uns des autres des produits d'ailleurs semblables par la nature et les proportions pondérables de leurs éléments gazeux. Je désire que les chimistes en général, et en particulier M. Liebig, veuillent bien ne pas méconnaître les motifs qui m'ont inspiré ces réflexions. Je suis très-loin de vouloir déprécier un travail immense qui, s'il peut paraître prématuré dans l'état imparfait, et pour ainsi dire naissant où la chimie organique se trouve, la servira néanmoins doublement par les vides qu'elle y fera voir, et par la multitude des faits qu'on y trouvera réunis. Je n'ai pas été non plus excité par le désir de faire prévaloir des caractères que j'ai concouru à établir. Car je sais très-bien que la vérité a besoin d'oppositions qui la combattent, pour l'épurer et assurer sa

(1) Tome Ier de la traduction française, p. 495.

(2) Tome II, p. 314.

certitude. Mais ceux qui croient sincèrement l'avoir trouvée doivent aussi, à ce qu'il me semble, s'imposer l'obligation de la proclamer et de la défendre quand ils en trouvent l'occasion. Voilà le véritable sentiment qui m'a dirigé.

» J'espère soumettre prochainement à l'Académie les expériences que j'ai faites depuis longtemps sur les modifications que les diverses matières sucrées éprouvent sous l'influence progressive et graduée des différents acides. Les caractères optiques employés à la mensuration de ces phénomènes y décèlent des particularités moléculaires, ainsi que des résultats d'application, que l'on était, je crois, bien loin de soupçonner. »

ASTRONOMIE. — *Sur les positions relatives du centre de Saturne et du centre de l'anneau.*

M. Arago a entretenu verbalement l'Académie des observations qu'il vient de faire, avec le concours de ses collaborateurs habituels, sur la position du centre de Saturne relativement au centre de l'anneau. Voici les observations textuelles :

« Le 14 septembre, à $7^h 30^m$; la planète est sensiblement plus rapprochée de l'anneau à l'occident qu'à l'orient; la différence des deux distances a paru être de 8 à 9 dixièmes de seconde.

» Le 15, à $7^h 30^m$; l'excentricité existe dans le même sens que le 14; elle semble cependant avoir diminué de grandeur.

» Le 16, à $7^h 30^m$; l'excentricité a encore diminué depuis le 15.

» Le 17, à $7^h 30^m$; l'excentricité s'aperçoit encore, mais elle est extrêmement petite. Si les deux espaces sombres avaient été aussi peu inégaux le 14 qu'ils le sont aujourd'hui, on ne se serait certainement pas aperçu de la différence. »

M. Arago annonce que ces observations seront poursuivies, non plus, à l'avenir, par de simples évaluations, mais à l'aide de mesures micrométriques précises. Il rappelle, au surplus, que *ce genre d'excentricité* de Saturne avait été remarqué, le 17 décembre 1827, par M. Schwabe de Dessau (1); que M. Struve en détermina la valeur en mars et avril 1828;

(1) M. Arago aurait pu dire que M. Schwabe lui-même avait été précédé dans l'observation de l'excentricité du globe de Saturne par un astronome français, *Gallet*. Ce chanoine d'Avignon disait, en effet (*voir* le *Journal des Savants*, 1684, p. 198) : « Quelquefois le corps de Saturne a esté vû n'être pas parfaitement au milieu de l'anneau. » L'auteur explique ensuite (sauf les quantités dont il ne dit pas un mot), pourquoi cela doit *toujours* arriver dans les quadratures, par un effet des phases de la planète.

que l'astronome de Dessau est revenu sur cet objet dans un Mémoire détaillé, inséré au n° 433 des *Astronomische Nachrichten* de M. Schumacher; et qu'enfin, chose singulière, les anciennes comme les nouvelles observations, ont *toujours* montré la planète *à l'occident* du centre de l'anneau.

M. Arago présente les feuilles originales de ses observations, sur lesquelles il avait noté, le 13 juin 1814, le 7 octobre de la même année, et le 31 janvier 1824, que Saturne était excentrique par rapport à l'anneau, *dans le sens du petit diamètre.* On a vu que les observations de MM. Schwabe et Struve, que les observations récentes de Paris sont relatives à une *excentricité parallèle au grand diamètre de l'anneau.*

En cherchant les éléments d'une histoire impartiale de ce petit coin du monde planétaire, M. Arago a trouvé que *la découverte de l'excentricité de Saturne, du moins dans le sens du petit diamètre de l'anneau,* doit être attribuée à Picard. Voici, en effet, ce qu'on lit dans l'*Histoire céleste* de Lemonnier, imprimée en 1741, p. 25, comme un extrait des registres du célèbre auteur de la mesure de la Terre.

« Le 5 juillet, 1667, *le bord septentrional* de Saturne *paraît déborder* un » peu le bord de l'anneau ; *l'autre bord* paraît comme retranché. »

La figure dont cette Note est accompagnée montre bien que dans la lunette de Picard, renversant les objets, c'était bien au *bord inférieur apparent,* c'est-à-dire au bord supérieur réel, que la planète débordait l'anneau.

Dans l'observation de M. Arago du 31 janvier 1824, ce n'était plus, comme en 1667, le *bord inférieur* apparent qui débordait l'anneau, c'était le *bord supérieur.* C'était aussi le bord *supérieur* apparent, et ce bord seul, qu'on entrevoyait le 7 octobre 1814.

Le 13 juin de la même année 1814, M. Arago écrivait dans son registre d'observations : « A 3 heures du matin, après un examen très-attentif » de Saturne, effectué avec une excellente lunette de Lerebours armée » successivement de grossissements de 150, de 190 et de 400 fois, j'ai re- » connu que Saturne déborde l'anneau dans le haut et dans le bas. *Dans* » *le bas* (apparent), la protubérance formée par le globe de la planète » est évidente. Dans le haut (apparent), la protubérance s'aperçoit à peine. »

Afin qu'on ne soit pas tenté de chercher l'explication de ces diverses excentricités, soit dans la diffraction, soit dans une réfraction que les rayons lumineux éprouveraient en traversant l'atmosphère dont Herschel supposait que l'anneau est entouré, M. Arago a fait remarquer qu'à la date du 31 janvier 1824, par exemple, lorsque la planète ne débordait qu'au bord supérieur apparent, l'anneau dans cette région était réelle-

ment derrière la planète, en sorte que les rayons partant du pôle supérieur apparent du globe, nous arrivaient sans avoir rien trouvé sur leur route qui eût pu les dévier.

Dans la discussion définitive de toutes ces observations, il sera évidemment nécessaire d'avoir égard aux effets de la parallaxe annuelle et de la déclinaison de Saturne. Les phases de cette planète, pour petites qu'elles soient, devront être prises en ligne de compte, ne serait-ce que pour montrer qu'on chercherait vainement dans le jeu de ces phases l'explication complète des phénomènes observés.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Considérations sur le mécanisme du cours de la bile dans les canaux biliaires; par* M. AMUSSAT.

(Commissaires, MM. Magendie, de Blainville, Serres, Flourens.)

L'auteur, en terminant son Mémoire, exprime, dans les termes suivants, les résultats qui lui paraissent se déduire de ses recherches.

« Je crois, dit-il, être arrivé à établir :

» 1°. Que la vésicule et les canaux biliaires sont pourvus de fibres charnues, et que non-seulement cet appareil se vide par la pression qu'exercent sur lui les organes voisins, mais probablement aussi par une action propre et particulière à tous les réservoirs et canaux contractiles. Je dis probablement, parce qu'il est fort difficile de constater les contractions de la vésicule biliaire par l'expérimentation directe sur les animaux vivants.

» 2°. Que la véritable disposition des valvules cystiques, qui n'existent que chez l'homme et le singe, est en spirale ou en hélice plus ou moins régulière. Cette disposition avait déjà été indiquée par Ruisch et oubliée. Cette espèce de valvule ou de sphincter me paraît avoir le double usage de favoriser l'ascension de la bile et d'empêcher la sortie trop brusque de ce liquide.

» 3°. Que l'orifice du canal cholédoque dans l'intestin, par son étroitesse comparée à la capacité du canal, est la cause physique qui force la bile à remonter contre son propre poids dans la vésicule.

» C'est encore un fait de plus qui prouve que les phénomènes physiques jouent un grand rôle dans les fonctions de nos organes.

» 4°. Que la véritable situation de l'appareil biliaire, l'homme étant debout, ne permet pas que, dans l'état de vacuité de l'estomac et des intestins, la bile puisse couler par son propre poids dans la vésicule, comme on l'avait supposé sans vérifier le fait.

» 5° Que, chez tous les animaux dépourvus de canaux hépato-cystiques, la bile remonte contre son propre poids; et, comme je l'ai déjà dit, c'est par la disposition physique de l'orifice du canal cholédoque que ce phénomène a lieu. La valvule cystique favorise l'ascension de la bile et en modère la sortie; et la vésicule, par la pression abdominale, et probablement aussi par une action propre de sa tunique musculeuse, chasse la bile. Le cholédoque lui-même, pourvu aussi d'une tunique musculeuse, doit concourir à faire passer la bile dans le duodénum.

» 6°. Que l'anatomie comparée confirme complétement le résultat de mes recherches sur l'homme, et montre surtout que la nature, sur les différentes espèces d'animaux, peut atteindre, par des moyens variés, le même but. Mais c'est toujours l'étroitesse de l'orifice duodénal du cholédoque qui est la cause principale du phénomène du reflux de la bile dans la vésicule. Même sur les animaux quadrupèdes, la disposition de l'appareil biliaire est telle que la bile doit toujours remonter contre son propre poids, comme sur l'homme, pour refluer vers la vésicule. Ce fait a été vérifié sur plusieurs animaux, en présence de M. de Blainville, qui a eu la bonté de m'encourager à poursuivre ce travail.

» 7°. Que les expériences sur les animaux vivants prouvent qu'on ne peut faire contracter la vésicule comme la vessie urinaire par aucun moyen; cependant elle se contracte ou se resserre évidemment, puisqu'elle se vide en peu de temps, mais d'une manière insensible, sous les yeux de l'expérimentateur, comme nous l'avons constaté plusieurs fois avec M. Magendie. Les canaux biliaires, au contraire, se contractent très-visiblement sur les oiseaux, et plus fortement même que les intestins. L'orifice du cholédoque est très-petit et la bile coule goutte à goutte, comme distillée et projetée, chez quelques oiseaux.

» La médecine pourra, je l'espère, tirer quelques lumières de la démonstration du fait physiologique établi dans ce Mémoire; mais ce sera par de nouvelles recherches sur l'anatomie pathologique, fondées sur la disposition normale de la terminaison du cholédoque. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur les tremblements de terre ressentis en Europe et dans l'Asie orientale, de* 306 *à* 1800; *par* M. A. PERREY. Premier Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Babinet.)

« Deux résumés de ces recherches ont été successivement publiés dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie.*

» Dans le premier, que je n'adressais à M. Arago que pour lui demander quelques conseils sur le mode de rédaction à suivre, je n'avais encore enregistré que 269 tremblements de terre.

» Dans le deuxième, que j'avais fait accompagner d'une première rédaction du Mémoire, je comptais déjà 987 tremblements.

» Dans celui-ci le nombre des phénomènes s'est élevé à 1329, sans y comprendre 76 tremblements de terre d'assez longue durée, phénomènes complexes, dont les secousses se sont renouvelées plus ou moins longtemps.

» Les tableaux suivants donneront une idée des rapports que présentent les degrés de fréquence de ces phénomènes aux diverses époques de l'année.

TABLEAU I.

TREMBLEMENTS DE TERRE PENDANT DEUX MOIS.		1er RÉSUMÉ.	2e RÉSUMÉ.	3e RÉSUMÉ.
Décembre. Janvier. . .	au solstice d'hiver.......	49	178	249
Juin. . . . Juillet. . .	au solstice d'été.........	22	117	146
Mars. . . . Avril. . . .	à l'équinoxe du printemps.	24	122	167
Septembre. Octobre. .	à l'équinoxe d'automne...	32	111	154

» Le solstice d'hiver conserve une prépondérance marquée.

TABLEAU II.

TREMBLEMENTS DE TERRE PENDANT SIX MOIS.	1er RÉSUMÉ.	2e RÉSUMÉ.	3e RÉSUMÉ.
Du 1er octobre au 31 mars, automne et hiver.	112	441	624
Du 1er avril au 30 septemb., printemps et été.	79	323	457

» Les nombres inscrits dans la deuxième ligne n'atteignent jamais les trois quarts des nombres inscrits dans la première, dont ils semblent même s'éloigner de plus en plus.

» En d'autres termes, en représentant par 1 le *degré de fréquence* des tremblements de terre pour les six premiers mois, il sera, pour les six autres, représenté par le nombre 0,73221. J'avais trouvé, dans mon second essai, le nombre 0,73321, qui est un peu plus fort. La prépondérance des six premiers mois s'est donc un peu accrue.

» C'est ce que montre encore la liste des 76 phénomènes qui se sont prolongés assez longtemps, et que je n'ai pas compris dans les tableaux.

» Enfin, il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer encore que les deux mois au solstice d'hiver (décembre et janvier) en fournissent plus à eux deux que les trois mois d'été pris ensemble, et même que les trois mois du printemps, résultat déjà trouvé antérieurement.

» M. le professeur Mérian a trouvé, pour la Suisse, des résultats analogues, auxquels je suis moi-même arrivé, en dressant des tableaux particuliers pour les diverses grandes divisions géographiques et politiques de l'Europe.

» Mais je me propose encore, si l'Académie juge ce travail utile, de dresser sur ce sujet intéressant sept autres catalogues, pour lesquels j'ai rassemblé des notes assez étendues.

» 1°. Un catalogue des tremblements de terre ressentis en Europe et dans l'Asie occidentale, de 1801 à 1841;

» 2°. Un catalogue particulier pour l'Amérique et les Açores;

» 3°. Un catalogue pour le reste de l'Asie, lequel pourra être comparé à celui de M. Ed. Biot pour la Chine;

» 4°. Un catalogue des aurores boréales, comparées quant aux dates avec les tremblements de terre;

» 5°. Un catalogue où je comparerais les dates des tremblements de terre avec les diverses phases du mouvement lunaire, telles que les syzygies, l'apogée, le périgée, etc.

» 6°. Un catalogue dressé sous le point de vue de M. Cordier, c'est-à-dire en n'envisageant pas la croûte terrestre comme d'égale épaisseur partout;

» 7°. Enfin, un dernier catalogue des secousses dont la direction a été notée, et où je chercherais s'il y a relation entre cette direction et la configuration des lieux, ainsi qu'avec leur nature géologique.

» Quant aux circonstances météorologiques d'hygrométrie et de température, d'agitation ou de calme atmosphérique, elles me paraissent difficiles à déterminer. Au moins elles sont données généralement de manière à rendre difficile la rédaction d'un catalogue sous ce point de vue. *Le calme,* d'ailleurs, *est loin d'être un phénomène constant,* comme on l'a dit.

» L'intensité magnétique serait encore plus difficile à discuter. Je ne trouve qu'un seul exemple où il en soit fait mention, c'est dans une lettre de M. de Humboldt à M. Delambre :

« Avant le tremblement de terre ressenti à Cumana, le 4 novembre 1799,
» l'inclinaison magnétique, mesurée avec la boussole de Borda, s'est trouvée
» de 44° 20′, nouvelle division.

» Après le tremblement, elle était de 43° 35′ (des expériences ont
» prouvé que c'est cette partie du globe et non l'aiguille qui a changé de
» charge magnétique); l'aiguille faisait 229 oscillations en 10 minutes de
» temps. »

» Serait-il permis de tirer quelque conséquence de diverses autres citations analogues? comme de celles-ci, par exemple :

» Pendant le tremblement de terre du 1er juillet 1720, ressenti à 169 toises au fond des mines de Freyberg, un aimant qui portait depuis quelques années un morceau de fer pesant 12 livres environ le laissa tomber, mais ensuite il le soutint comme auparavant.

» A Morat (Suisse), l'aiguille de la boussole déclina à l'ouest de 0°25′ au moment des secousses du 1er décembre 1755. Sur les frontières de Suisse, de la limaille de fer, attachée par sa pointe à un aimant, se colla contre l'aimant, puis revint à sa première situation. A Hohen-Ems, au-dessus du lac de Constance, un aimant de 12 ½ onces, suspendu à un cordon de 11 pouces, se tourna du côté du sud, et, en s'élevant, forma avec la ligne perpendiculaire un angle d'environ 40°; cet aimant resta ainsi pendant les secousses, qui durèrent une minute; après quoi il re-

vint, par plusieurs oscillations, à sa première situation et direction. Tandis que cet aimant fut ainsi relevé vers le sud, la limaille, qui était ordinairement dressée sur les deux pôles, resta en partie dressée sur le pôle sud, se coucha en partie sur le pôle nord, et tomba en partie à terre: tout cela revint à son premier état lorsque l'aimant eut repris sa direction.

» A Malemort (Provence), on éprouva deux secousses, le 25 mars 1783, à 3^h du matin; elles furent précédées d'un bruit éclatant et suivies d'un vent assez fort et sans direction fixe, pendant une heure. On remarqua, à Sallon-de-Crau, à 3 lieues de là, que le temps était pur, et que cependant la machine électrique ne donnait que de faibles étincelles.

» Enfin, devrais-je noter avec espoir d'en tirer quelque résultat utile, des circonstances analogues à celle-ci:

» Pendant le tremblement de terre du 1er décembre 1769, ressenti à Paris et dans la vallée de la Seine, les secousses furent violentes à Elbeuf, où le fleuve mugissait et bouillonnait, et l'on vit *une multitude d'étoiles filantes qui laissaient des traînées beaucoup plus enflammées que les corps eux-mêmes.* A Houlme, village à une lieue de Rouen, on aperçut au ciel une lumière brillante.

» Au reste, pendant les tremblements de terre, on a souvent remarqué des exhalaisons et des météores ignés. »

M. Devismes soumet au jugement de l'Académie un *fusil à un seul canon et à une seule batterie, pouvant tirer six coups de suite*. Ce fusil, qui se rapproche, à certains égards, de celui que M. Mathieu avait présenté dans la séance du 12 septembre, en diffère cependant par plusieurs particularités : notamment, en ce que la batterie est entièrement cachée dans la poignée; en ce que le mouvement de la pièce dans laquelle sont creusées les cinq tonnerres exécute indéfiniment ses sixièmes de révolution, chaque fois qu'on presse la gachette, et sans qu'il soit besoin de lui faire exécuter une conversion en sens inverse après que le dernier coup est parti; enfin, en ce que cette chambre est disposée de telle sorte qu'elle se trouve tout d'une venue avec les deux parties de la monture entre lesquelles elle est comprise. Du reste, le fusil qui offre cette disposition, plus agréable à l'œil que celle de l'arme présentée par M. Mathieu, n'est pas d'un aussi fort calibre, ce qui a permis de réduire notablement le diamètre du magasin.

(Renvoi à la Commission chargée de faire un Rapport sur les armes présentées par M. Philippe Mathieu.)

M. Frédéric Sauvage prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires en présence desquels il répétera des essais comparatifs sur des *hélices de formes variées, destinées à être employées, en remplacement des roues à aubes, pour la propulsion des bateaux à vapeur.*

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert, Séguier).

M. Devilliers soumet au jugement de l'Académie des nouvelles recherches sur quelques *maladies particulières à la membrane caduque.* Ce Mémoire est en quelque sorte le développement d'un premier essai sur le même sujet que l'auteur avait déjà publié, et dont il envoie aujourd'hui un exemplaire. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

(Commission précédemment nommée pour diverses communications relatives aux enveloppes de l'œuf humain.)

M. de Sondalo adresse une Note ayant pour titre : *De quelques usages nouveaux du bioxyde d'hydrogène.*

L'auteur a pensé qu'au moyen de cette substance, il serait possible d'entretenir longtemps la respiration dans un espace très-limité, où l'air ne se renouvelle point. Les expériences qu'il a déjà faites à ce sujet l'ont confirmé dans l'idée qu'on pouvait faire usage du bioxyde d'hydrogène comme d'une source d'oxygène dont la dépense parfaitement régulière fournirait constamment un volume égal au volume absorbé, et qu'au moyen d'une certaine proportion d'hydrate de chaux contenu dans un récipient convenablement disposé, on pourrait se débarrasser constamment de l'acide carbonique produit dans l'acte de la respiration.

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Dumas.)

M. Ducros soumet au jugement de l'Académie un Mémoire concernant l'*emploi de l'ammoniaque dans le traitement des amauroses commençantes ou constituées.*

(Commission nommée pour un précédent Mémoire du même auteur.)

M. Leroy d'Étiolles adresse quelques remarques relatives à la Note dans laquelle M. *Mercier* recommande l'*emploi de la sonde à double courant pour l'évacuation du sang contenu dans la vessie.* Suivant M. Leroy, l'introduction d'un nouveau liquide, dans l'organe déjà distendu, ne peut se faire

que très-incomplétement, et jamais sans douleur. Cette introduction, d'ailleurs, ajoute-t-il, serait sans utilité, à raison de l'état de coagulation où se trouve le sang.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Brachet** envoie une nouvelle Note concernant la *télégraphie nocturne*.

(Commission précédemment nommée.)

M. **Mareschal** adresse une nouvelle rédaction des idées qu'il a présentées, dans plusieurs communications successives, relativement aux *moyens de compléter notre système métrique*.

(Commission précédemment nommée.)

M. **Gachelin** présente quelques considérations sur les moyens qui lui paraissent propres à *diminuer les dangers des chemins de fer*.

M. **Lambert**, détenu à Brest, annonce qu'il a envoyé à M. le Ministre de l'Intérieur un modèle de *waggons à freins continus et à timons mobiles*. A sa Lettre est jointe la copie de l'accusé de réception qui lui a été envoyé du Ministère, en date du 5 juin. M. Lambert fait remarquer que cette date constate ses titres de priorité relativement à deux inventions qui reposent sur le même principe que la sienne, savoir : celle de M. de Jouffroy, adressée à l'Académie le 21 juin, et celle de feu M. Thenard, présentée à une date encore postérieure.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** rappelle qu'il a invité l'Académie à lui faire connaître son opinion sur l'utilité de divers instruments de météorologie et de physique demandés par M. *de Castelnau*, qui se propose d'en faire usage dans l'Amérique du Sud, où il doit se rendre prochainement. La liste de ces instruments, qui sont très-nombreux, était jointe à la première Lettre de M. le Ministre.

La Commission qui a été chargée de faire un Rapport en réponse à la Lettre de M. le Ministre sera invitée à le soumettre prochainement à l'approbation de l'Académie.

ASTRONOMIE. — M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie, des figures coloriées dont il est redevable à M. *de Humboldt*, représentant les protubérances lumineuses de la dernière éclipse totale de Soleil, telles que M. Auguste les a vues à Vienne et M. Biela à Padoue. Les deux figures dessinées par M. Biela donnent à la protubérance de gauche, sur le bord inférieur *apparent* du Soleil, *plus de saillie* qu'à la protubérance de droite. En France, chacun a pu observer précisément le contraire.

M. **Arago** donne de nouveaux détails sur les travaux du puits de Grenelle.

M. **de Humboldt** présente, au nom de M. *Ehrenberg*, de l'Académie des Sciences de Berlin, des échantillons de briques cuites, d'une légèreté extrême, et, à l'état de pureté, insubmersibles dans l'eau. La matière de ces briques, appelées à Berlin *briques à infusoires*, est une couche, terreuse en apparence, de 9 à 12 mètres d'épaisseur, remplie entièrement d'animaux infusoires encore vivants et à carapaces siliceuses, couche qui se trouve à une profondeur de 3 à 4 mètres sous le pavé, dans plusieurs parties de la capitale de Prusse, comme aussi près des bords de quelques lacs. Les animaux infusoires, privés de la lumière, tirent probablement de l'oxygène de l'eau dont ils sont humectés, et qui communique avec le lit de la rivière. Ils se meuvent dans leurs demeures souterraines, et la présence de leurs grands ovaires, de couleur verte, prouve qu'ils se propagent.

Le mélange terreux de la couche à infusoires ne s'élève pas à 4 p. 100.

Les briques à infusoires, fortement cuites et vitrifiées, nagent sur l'eau : on les enduit de cire pour que l'expérience réussisse plus longtemps. On se servira de ces briques dans les constructions du nouveau Musée, surtout dans les combles. Pour qu'elles résistent à une plus grande pression, on mêle aux carapaces siliceuses des infusoires, 15 à 20 pour 100 d'argile.

Les anciens connaissaient ces briques qui surnagent. Pline en a parlé, liv. XXXV, chap. 14. M. Fabroni a trouvé, dans le Florentin, des terres qui, fortement cuites, offraient les qualités que Pline attribuait aux briques de l'Ibérie. Fabroni en recommandait l'usage pour les navires. M. Ehrenberg a découvert que la matière dont se servait Fabroni est une couche d'infusoires fossiles à carapaces siliceuses. Il a reconnu aussi, sous le microscope, ces carapaces dans des fragments de vases d'Ægine que les Grecs vantaient à cause de leur grande légèreté.

Dans les landes du pays de Hanovre (*Ericeta*) on trouve d'épaisses couches d'infusoires morts, couches de 4 à 5 mètres d'épaisseur. M. Ehrenberg fait observer que de petites sources sont fréquentes dans ces terrains à infusoires, les petits tubes siliceux des carapaces agissant probablement par attraction capillaire.

On voit par ces faits que les infusoires à carapaces ne sont pas seulement un objet de grand intérêt pour les études anatomiques et géologiques, mais que les débris de ces animaux commencent aussi à offrir de l'intérêt pour les arts industriels.

M. Ehrenberg a presque terminé les dessins et les gravures de son grand ouvrage sur les infusoires et autres animaux microscopiques fossiles, ouvrage qui fera suite à l'anatomie des infusoires vivants, munis d'organes de génération, d'yeux, de dents, de muscles et de nerfs.

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les passages d'étoiles filantes observées à Lyon; par* M. J. FOURNET.

« Le 11 août 1842, de $9^h\,30^m$ à 11^h du soir, le passage des étoiles a été assez marqué pour que, sur la moitié occidentale de la voûte céleste en regard de l'observateur, on ait pu en compter jusqu'à trente-une, ce qui fait environ une étoile pour chaque intervalle de 3 minutes, ou une étoile par $1\frac{1}{2}$ minute si l'on veut faire la part de l'autre quart du ciel. Elles apparaissaient le plus souvent par groupes de deux ou trois qui filaient à des intervalles de temps très-rapprochés suivis d'une stagnation. Cependant, malgré cette presque simultanéité, elles ne suivaient pas la même route, paraissant même à des distances assez grandes les unes des autres. Le plus grand nombre courait du nord-est au sud-ouest; quelques-unes seulement allaient du sud-est au nord-ouest; une seule parut cheminer en sens inverse de l'est à l'ouest; enfin, une autre sembla tomber verticalement. Comme circonstances météorologiques accessoires, on doit ajouter que le ciel était très-pur au zénith; que les étoiles fixes scintillaient avec vivacité, ce qui accusait un vent méridional supérieur, tandis que le vent du nord avait quelque force dans les régions basses; d'ailleurs cette dernière conjecture était appuyée par les éclairs très-multipliés qui apparaissaient au sud-est vers le lointain des Alpes, côté où l'horizon était chargé d'une vapeur blanchâtre assez épaisse pour voiler complétement la transparence de l'atmosphère.

» Le *Courrier de Lyon* annonce que, le 21 août, entre 11^h et 12^h du soir, un

nouveau passage d'étoiles filantes a été observé par les promeneurs attardés sur les quais. Le ciel était parfaitement serein; la lune brillait du plus vif éclat; le calme était plat. Ces petits astres couraient vers le sud, en paraissant descendre obliquement sous un angle de 45°; quelques-uns semblaient effleurer notre atmosphère, car un bruit semblable à celui que produit l'ascension d'une fusée se faisait entendre pendant un instant très-court. En outre, leur éclat devenait plus vif au moment où ils semblaient se rapprocher de terre, comme si l'oxygène de la couche d'air traversée eût donné une nouvelle activité à la combustion.

» Si l'on réunit ces observations aux autres faites dans le même mois, et si l'on considère de plus l'ensemble des circonstances, on arrive à conjecturer que le mouvement des astéroïdes est assujetti à des perturbations, et qu'en outre leur système est susceptible d'éprouver des espèces de condensations et de dilatations en vertu desquelles les groupes de ces étoiles apparaîtraient parfois en masse, de manière à ce que leur passage aurait lieu dans l'intervalle d'une seule nuit, tandis que, dans d'autres cas, il s'effectuerait sous forme de traînées plus ou moins longues; alors l'apparition pourrait se manifester durant plusieurs nuits consécutives ou même dans des nuits espacées par des solutions de continuité, et le phénomène ainsi divisé perdrait naturellement quelque chose de son intensité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Détails sur quelques tornados observés dans les environs de Lyon; par* M. **Fournet.**

L'auteur montre que, dans la contrée qu'il habite, les orages se propagent souvent dans des directions curvilignes, comme les tornados des régions intertropicales.

M. **Arago** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. *Flaugergues*, d'un opuscule relatif à un nouvel udomètre. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*) Dans cet instrument, le réceptacle de l'eau est divisé en huit compartiments qui répondent à autant de rumbs de vent. L'entonnoir qui reçoit la pluie, porté sur un axe vertical, peut se placer successivement au-dessus de chacune de ces cases. Une girouette le met en mouvement. Ce dispositif permettra d'apprécier exactement, pour chaque localité, l'influence des différents vents sur la quantité de pluie tombée.

M. **Ladurantie** adresse à M. *Arago* quelques détails sur les effets d'un *coup de foudre* qui a frappé, le 10 août dernier, l'église de Saint-Laurent

d'Arec (canton de Saint-André-de-Cubzac), et a blessé plusieurs personnes. L'effet le plus singulier est celui qui a été observé sur un homme brûlé aux deux bras : les manches de la chemise étaient intactes, quoique celles de deux gilets de laine placés, *l'un en dessus et l'autre en dessous de cette chemise,* fussent percées de plusieurs trous.

M. Vallot écrit pour rectifier une fausse indication donnée dans une Lettre précédente relativement à un *fossile,* dans lequel il avait cru voir un fragment de bras d'un Mollusque céphalopode armé de ses quatre rangées d'acétabules, tandis qu'un examen plus attentif de cette pièce la lui a fait reconnaître depuis pour le vomer d'un poisson de la famille des Pycnodontes, le *Girodus umbilicatus.*

M. Schweig écrit de Carslruhe pour connaître l'opinion de l'Académie sur un Mémoire qu'il lui a adressé il y a quelques mois et qui a pour titre : *Recherche de l'action des différents temps sur l'organisation de l'homme.* Ce Mémoire avait été adressé pour le concours à l'un des prix de la fondation Montyon, et le Rapport sur les pièces admises à ce concours n'a pas encore été fait.

M. Savage écrit qu'ayant appris que la Commission des encres et papiers de sûreté incline aujourd'hui à considérer comme une des principales garanties contre les faux l'emploi de vignettes imprimées d'avance sur le papier, tant en encre délébile qu'en encre indélébile, il adresse, comme pièce à consulter pour la Commission, un opuscule qu'il a publié, en 1842, sur la *composition des encres d'imprimerie.* (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

(Renvoi à la Commission des encres et papiers de sûreté.)

M. Durand adresse un Mémoire sur diverses questions de physique générale, questions qu'il croit avoir été traitées dans un manuscrit dont M. Arago a parlé récemment comme pouvant intéresser l'histoire des sciences mathématiques.

M. *Arago,* qui a déjà pris connaissance du manuscrit en question, sur lequel il doit prochainement faire un Rapport conjointement avec M. Chasles, déclare qu'il ne s'y trouve rien qui ressemble aux idées contenues dans le Mémoire de M. Durand.

L'auteur d'une invention soumise récemment au jugement de l'Académie demande qu'un membre qu'il désigne soit adjoint à la Commission. Cette demande étant tout à fait insolite, il n'y est pas donné suite; ce serait à la Commission déjà nommée à réclamer, si elle le jugeait nécessaire, l'adjonction d'un nouveau membre.

La séance est levée à cinq heures un quart. A.

ERRATA. (Séance du 19 septembre 1842.)

Page 589, ligne 17, fossiles de Colombie décrits par M. d'Orbigny, *au lieu de*

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze),

lisez

(Commissaires, MM. Alexandre Brongniart, Elie de Beaumont, Milne Edwards, Dufrénoy.)

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2^{e} semestre 1842; n° 12; in-4°.

Annales des Mines; 4^{e} série; tome I^{er}; 1re et 2^{e} livr.; in-8°.

Recherches sur les causes, la nature et le traitement du Choléra; par M. PETIT (de Maurienne); in-8°.

Observations et Recherches sur quelques maladies particulières de la membrane caduque; par M. DEVILLIERS fils. (Extrait de la *Revue médicale.*) In-8°.

Paléontologie française (terrains jurassiques); par MM. D'ORBIGNY *et* DELARUE; 4^{e} à 6^{e} livr.; in-8°.

Paléontologie française; par MM. D'ORBIGNY *et* DELARUE; 45^{e} à 50^{e} livr.; in-8°.

Conversion, suivant la loi du 4 juillet 1837, des anciens Poids et Mesures en nouveaux; par M. REOUT, instituteur; Vendôme, 1840; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VII, n^{os} 23 et 24; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15 — 30 septembre 1842; in-8°.

Annales des Sciences géologiques; juin et juillet 1842; in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; mai et juin 1842; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; août 1842; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; septembre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; septembre 1842; in-8°.

Spécimen de l'Imprimerie de BACHELIER, rue du Jardinet, 12; 1842; in-4°.

Nouvel Udomètre, présenté à la Société des Sciences de Toulon par M. FLAUGERGUES. (Extrait du *Bulletin de la Société*); n^{os} 1 et 2; 9^{e} année; Toulon, in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; juillet 1842; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société zoologique de Londres;* vol. III, partie 2; in-4°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société zoologique de Londres;* part. 9; 1841; in-8°.

Report... *Rapport du Conseil et des Auditeurs de la Société zoologique de Londres, lu à la séance publique du 29 avril 1842;* in-8°.

A List... *Liste des Membres et des Correspondants de la Société zoologique de Londres;* mai 1842; in-8°.

On the... *Sur la préparation de l'Encre typographique pour l'impression en noir et en couleur; par* M. W. SAVAGE; Londres, 1842; in-8°.

Notice... *Notice sur l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie;* 3e édit., publiée par ordre de l'Académie; Philadelphie, 1836; in-8°.

Adress... *Discours prononcé, le* 25 *mai* 1839, *par* M. W.-R. JOHNSON, *à l'occasion de la pose de la première pierre de l'édifice destiné aux réunions de l'Académie des Sciences de Philadelphie;* in-8°.

Act of.. *Acte d'incorporation de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie, et dispositions législatives concernant cette Société;* 1840; in-8°.

Proceedings... *Procès-Verbaux des séances de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie;* vol. Ier; nos 1 à 14 (mars 1841 à mai 1842); in-8°.

List... *Liste des Membres et Correspondants de la Société des Sciences naturelles de Philadelphie, depuis l'origine de la Société, en janvier* 1812, *jusqu'au* 1er *décembre* 1841; in-8°.

A Biographical... *Esquisse biographique sur* M. TH. SAY, *un des membres fondateurs de la Société des Sciences naturelles de Philadelphie, lue à la séance du* 16 *décembre* 1834, *par* M. B.-H. COATES; Philadelphie, 1835; in-8°.

A Memoir... *Mémoire sur feu* W. MACLURE, *président de la Société des Sciences naturelles de Philadelphie; par* M. S.-G. MORTON; publié par ordre de l'Académie; Philadelphie, 1841; in-8°.

A Memoir... *Mémoire sur la Vie et les Travaux de* M. L.-D. VON SCHWEINITZ, *un des membres de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie; par* M. W. JOHNSON; publié par ordre de l'Académie; Philadelphie, 1835; in-8°.

Journal... *Journal de Mathématiques pures et appliquées; par* M. A.-L. CRELLE; vol. XXIV, livr. 1 et 2; Berlin, 1842; in-4°.

Metodo... *Méthode pour obtenir et rendre sensibles les contractions intrinsèquement électro-physiologiques qui peuvent se produire au moment où l'on ferme, comme à celui où l'on ouvre, le circuit purement nervoso-musculaire de la grenouille; par* M. GRIMELLI. (Extrait du *Folio di Modena*, n° 124.) In-16.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 39.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 112 à 114.

L'Expérience; n° 273.

L'Écho du Monde savant; nos 23 et 24.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 OCTOBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mémoire sur les engrais; par* MM. **Boussingault** *et* **Payen**. (2e Mémoire.)

« Dans un premier Mémoire (1), nous avons cherché à établir la valeur comparée des engrais par les résultats de l'analyse. Les observations pratiques qui nous sont parvenues depuis ont semblé justifier le principe que nous avons posé comme base de cette évaluation; du moins il ne s'est élevé aucune objection sérieuse, et la bienveillance avec laquelle des praticiens éclairés ont accueilli nos premiers essais nous a décidés à compléter notre travail en examinant tous les engrais qu'il nous a été possible de réunir.

» Pour l'intelligence des observations consignées dans ce second Mémoire, il nous suffira de rappeler la définition que nous avons donnée des engrais puissants : aujourd'hui comme alors, cette définition nous paraît être l'expression exacte de faits bien constatés.

---

(1) *Ann. de Chim.*, t. III, 3e série, 1841, p. 65; et *Compte rendu*, t. XIII, p. 323.

» *Les engrais ont d'autant plus de valeur que la proportion de substance organique azotée y est plus forte et domine, surtout relativement à celle des matières organiques non azotées; qu'enfin la décomposition des substances quaternaires s'opère graduellement et suit mieux les progrès de la végétation* (1).

» Nous entendons définir ici la valeur des engrais applicables aux terres cultivées qui contiennent les résidus des récoltes précédentes, ces débris végétaux, pauvres en matière azotée, mais riches en substances organiques ternaires. On doit d'ailleurs admettre avec nous que les agriculteurs intelligents sauront se procurer à part et à bas prix les matières minérales qui peuvent entretenir la composition normale du sol et assurer ainsi l'influence des fumiers.

» Pour que l'engrais répandu sur les terres pût *seul* subvenir à la nutrition végétale, il faudrait qu'il contînt tous les éléments organiques et inorganiques qui, sans être empruntés à l'atmosphère, seraient, en définitive, assimilés pendant la vie de la plante et contenus dans la récolte. Dans ce cas, l'engrais devrait aussi varier suivant la nature de la terre, le climat, la saison, les espèces de végétaux cultivés, l'exposition et la pente de la superficie du terrain, suivant enfin l'influence du sous-sol et des résidus des récoltes précédentes. Si l'on admettait cette hypothèse, la composition des engrais devrait être tellement complexe et variable que toute règle générale deviendrait impossible; les données scientifiques seraient vaines, car on ne parviendrait pas à réunir économiquement les conditions exigées : il convenait donc, comme on l'a fait depuis longtemps, de diviser en deux grandes classes les matières qui portent la fertilité dans les terres : les *composés inorganiques*, indépendamment des propriétés chimiques qu'ils procurent aux sols en leur fournissant les substances minérales indispensables aux développements complets des végétaux, contribuent évidemment à l'amélioration des qualités physiques des fonds en culture. Tels sont les sels particulièrement convenables pour certaines plantes, comme le plâtre pour les légumineuses, ceux qu'on rencontre dans le plus grand nombre des végétaux, les substances à réaction alcaline, comme la chaux, les lessives de soude ou de potasse, les cendres de bois, etc., qui favorisent la végétation en général sur tous les sols. Ces matières, si utiles

---

(1) C'est donc l'*azote en combinaison* dans la substance qui est surtout utile, et son dosage qui indique la richesse de l'engrais.

aux agriculteurs, sont comprises sous les dénominations d'*amendements* et de *stimulants*.

»On peut considérer soit comme stimulants, soit comme engrais, les substances à l'aide desquelles on parvient à fournir aux plantes l'eau indispensable pour leurs plus productifs développements : les débris organiques macérés dans des mares, les irrigations elles-mêmes, trop souvent négligées là où elles seraient possibles, servent à atteindre ce but important.

»Les *engrais* proprement dits sont de nature organique; ils doivent suppléer, sur les terres, au manque d'*aliments gazéifiables ou solubles*, tels que les végétaux peuvent se les assimiler.

» Or, parmi ces aliments, on considérait à tort autrefois comme les plus désirables ceux qui pouvaient donner lieu à la plus abondante production d'acide carbonique. C'était à tort, répétons-nous, car ceux-ci surabondent presque toujours dans les terres continuellement cultivées, tandis que les matières azotées, putrescibles, éprouvant les plus rapides déperditions, doivent par conséquent être plus fréquemment rendues au sol; il faut toujours songer à en renouveler l'approvisionnement, qui sans cesse s'épuise. On peut donc, à bon droit, les signaler aux cultivateurs comme les plus dignes d'intérêt, et si l'on détermine exactement leurs proportions dans les engrais usuels, on aura donné des renseignements utiles et fourni le meilleur moyen de décéler les fraudes préjudiciables aux agriculteurs, relativement aux engrais commerciaux (1).

»C'est d'ailleurs aujourd'hui une question jugée par des faits nombreux, concordants, admis généralement par nos agronomes les plus distingués.

»Ils savent aussi que certains engrais fournissent à la fois des amendements, des stimulants, de l'eau et des aliments organiques plus ou moins azotés; tels sont la plupart des fumiers, qui doivent, en raison même des fonctions multiples qu'ils remplissent, être bien appropriés au sol et aux

---

(1) Les contestations nombreuses entre les agriculteurs et les négociants, relatives aux engrais désinfectés et au noir des raffineries, ont montré combien les anciens procédés d'essai étaient illusoires; le dosage de l'azote les remplace très-avantageusement : il est adopté par M. Malaguti, l'un des savants professeurs de la Faculté de Rennes, non loin des localités qui ont si bien profité, pour leur agriculture, d'une vaste application de ces engrais.

Ainsi commence à se réaliser un vœu émis par M. de Mirbel et pris en considération dans la dernière réunion du Conseil général d'Agriculture.

cultures spéciales : *frais* pour les terres sèches ou sableuses; *chauds* pour les sols *argileux*, humides et froids.

» Quant aux engrais riches, transportables à de plus grandes distances, ils peuvent être appliqués fructueusement sur tous les terrains, pour toutes les cultures, pourvu qu'on favorise leur action et qu'on développe la puissance du sol par des amendements et par des irrigations obtenues sur les lieux mêmes ou non loin des exploitations rurales.

» Pour fixer mieux encore les idées à ce sujet, nous reproduirons un exemple que nous avons cité ailleurs : sur un terrain sec et sableux, où les fumiers fortement imprégnés d'eau convenaient parfaitement, on essaya de remplacer cette fumure par du sang sec, pour une égale valeur; ce qui arriva était facile à prévoir : la récolte manqua.

» Devait-on en conclure qu'un engrais riche en substance fortement azotée était inutile ou nuisible sur un sol léger? Non sans doute, car un semblable engrais, mêlé en faible proportion avec du fumier frais, de façon à réunir, en somme, le même équivalent d'azote, rendit la végétation plus belle et la récolte plus abondante que dans la culture habituelle, où le fumier frais était seul employé.

» C'est ainsi que les engrais verts, ou de simples irrigations, assurent l'efficacité des fumiers chauds sur les terres sableuses et sèches (1).

» La nature et la valeur des indications que l'on peut tirer de nos analyses étant ainsi bien définies, nous ajouterons quelques observations particulières sur les matières comprises dans ce nouveau travail (2).

» *Feuilles d'automne.* — Nous avons, à dessein, choisi l'époque où les feuilles tombent spontanément sur la terre : alors, en effet, commence le rôle qu'elles accomplissent comme engrais; plus tard on ne saurait bien déterminer un terme fixe de leur décomposition.

» Parmi les espèces forestières, les feuilles de chêne et de hêtre ont

---

(1) Le sang desséché qui, dans la fumure des champs de cannes, aux colonies, produit de si utiles résultats, est d'autant mieux approprié à cette culture spéciale, qu'il peut compléter les aliments azotés sans introduire dans le sol des sels minéraux, trop abondants parfois dans d'autres engrais, et qui constitueraient un obstacle réel à l'extraction du sucre.

(2) Nous nous empressons de remercier ici, pour les faits qu'ils nous ont communiqués et les échantillons qu'ils nous ont fournis, MM. de Gasparin, Dailly, Camille-Beauvais, Darblay, Aubert de Neuilly, Bazin, Savaresse-Sara, Victor Rendu, Pommier et Lagarde.

sensiblement la même valeur : elles représentent au moins trois fois leur poids de fumier normal, et l'on peut par cela même comprendre, 1° l'amélioration qu'opèrent dans les couches superficielles du sol les détritus des feuilles en général; 2° le tort qui peut résulter de l'enlèvement de ces feuilles; 3° enfin le parti qu'on en pourrait tirer si l'on avait intérêt à transporter cette fumure sur des terres qu'il serait très-important de commencer à fertiliser.

» La puissance des feuilles comme engrais est constatée en Alsace dans toutes les communes voisines des forêts; en de semblables localités le bétail ne reçoit pas d'autre litière, et celle-ci, comme l'analyse le démontre, est déjà un fumier d'une haute valeur.

» *Madia sativa.* — Cette plante paraît convenir à la préparation économique d'un engrais vert; telle a été, du moins, la pensée de M. Bazin (du Ménil-Saint-Firmin, Oise), et les premiers résultats obtenus encourageront de nouvelles tentatives.

» En deux mois, dans la saison favorable, une terre de bonne qualité s'est couverte de pieds en fleurs; c'était l'époque de l'enfouissement: ce fut à ce moment que M. Bazin nous remit un échantillon moyen des plantes, racines, tiges, feuilles et fleurs. L'ensemble, soumis à l'analyse, a donné un titre qui dépasse un peu celui du fumier des fermes (1).

» Le poids de la récolte, évalué par M. Bazin à 12500 kilogrammes par hectare, serait aisément obtenu, suivant cet agronome, dans des terres médiocres si l'année, plus humide, était plus favorable que 1842 au développement des plantes herbacées.

» *Rameaux et feuilles du buis.* — Nous avons analysé le buis avec ses jeunes pousses, ses tiges et ses feuilles persistantes, tel qu'on le coupe dans le midi, suivant les indications que M. de Gasparin nous a transmises; cet engrais vert est d'ailleurs préparé tout simplement, en le laissant dans les rues, exposé au broiement par les pieds des chevaux et les roues des voitures.

» On voit par les nombres consignés au tableau, que le dosage de l'azote le rapprocherait beaucoup des feuilles de hêtre et de chêne.

» *Marc des pommes à cidre.* — Pour plusieurs agronomes c'est encore une question de savoir si les marcs de pommes peuvent être considérés

---

(1) Lorsqu'on a desséché cet engrais vert, sa richesse est deux fois et demie plus grande que celle des fanes sèches de madia, analysées après la production des graines.

comme de véritables engrais, ou si, au contraire, ils ne seraient pas plus nuisibles qu'utiles : les deux opinions sont fondées sur des faits positifs. Dans les terrains très-pauvres en carbonate de chaux, ces résidus ont en général produit de mauvais effets, et dans d'autres sols des résultats désavantageux encore ont été observés lorsque les marcs de pommes se sont trouvés seuls ou mélangés de peu de terre, trop près des radicelles des plantes. Cette influence défavorable paraît tenir à la *réaction acide* de la partie soluble de ces résidus; et en effet, si on les imbibe d'une quantité suffisante de *lessive,* pour leur communiquer une réaction sensiblement alcaline, les anomalies apparentes cessent, et l'effet utile de l'engrais devient en rapport avec la proportion de matière azotée qu'il récèle; le liquide dont il est imprégné, et qu'il retient assez fortement, lui donne les caractères d'un engrais frais, plus particulièrement applicable aux terres sableuses. En Alsace, un de nous fume depuis longtemps, et avec succès, les topinambours avec le marc de pommes associé au marc de raisin, dans un fond fortement argileux et suffisamment calcaire. Dans le cas le plus général, les marcs, comme tous les produits acides, sont parfaitement placés dans les fumiers; leur principe acide étant apte à retenir la vapeur ammoniacale.

» *Marc de houblon.* — Ce résidu des brasseries, qu'on rejetait partout naguère, est en usage aujourd'hui dans plusieurs localités; il convient pour diviser les terres compactes : on peut l'améliorer beaucoup en le faisant dessécher à l'air, puis le mêlant à la litière des bestiaux; il sert alors d'excipient aux urines, et l'accroissement de la proportion de matière azotée est d'autant plus avantageux, qu'il réduit la proportion et l'influence de la partie non azotée de la matière organique. On jugera de cet accroissement d'azote en tenant compte du titre des urines sous ce rapport.

» *Écumes des défécations du jus des betteraves.* — Ces écumes, obtenues dans les fabriques de sucre, sont formées des substances albuminoïdes coagulées sous l'influence de la température et d'un excès de chaux : elles ont une réaction alcaline prononcée; la matière organique qu'elles renferment est plus abondante en azote que celle des fumiers; par leur réaction et leur composition chimique, elles réunissent des qualités favorables aux plantes; les observations pratiques montrent que leur effet utile répond à ces indications théoriques : à l'état normal, pressées, mais encore tout humides, 7 465 kilogrammes représentent 10 000 kilogrammes de fumier de ferme.

» Les écumes sortant des presses ont une consistance plastique qui s'op-

pose à leur répartition uniforme sur les terres; on est obligé, pour éviter cet inconvénient, de laisser dessécher les écumes jusqu'au point où leur masse devient friable; alors on les écrase aisément à la batte ou sous une meule verticale, et on les emploie facilement comme les autres engrais pulvérulents.

» Dans la saison où se fabrique généralement le sucre de betterave (fin de septembre à janvier), la dessiccation des écumes serait lente et dispendieuse; il est plus économique de délayer l'écume avec assez d'eau pour en obtenir une bouillie peu consistante, que l'on mêle sans difficulté avec les fumiers, si l'on ne préfère répandre cette matière à l'écope, comme l'*engrais flamand.*

» *Tranches de betteraves traitées par macération.* — Ce résidu, presque entièrement épuisé de sucre par le procédé dit de *macération,* est plus pauvre en substance azotée que la pulpe sortant des presses, et il retient une proportion d'eau bien plus considérable; aussi son titre comme engrais ne serait-il que les 0,022 de celui du fumier de ferme. Son équivalent, représenté par 4136, le fumier étant 100, montre qu'il en faudrait employer environ 40 fois autant pour une égale superficie de terrain. Les essais pratiqués en grand s'accordent avec les résultats de l'analyse; aussi s'est-on efforcé de réduire ce résidu sous un moindre volume, en expulsant une partie de l'eau par une pression spéciale; alors même il ne constitue qu'un engrais faible, qu'en général les frais de transport rendent peu utile.

» *Tourteaux.* — Parmi ceux que nous avons analysés depuis la publication de notre premier Mémoire, on verra que les plus riches proviennent des graines de cameline, de pavots et de noix, à peu près égaux entre eux; viennent ensuite les tourteaux de chènevis, de graines de coton et de faînes. Le dernier, très-ligneux, est parfois employé comme combustible; le produit des faînes, en huile, est d'ailleurs très-variable.

» L'extraction et l'épuration de l'huile des graines de coton constituent, en France, une industrie récente, qui laissera un résidu utile à notre agriculture : sa valeur, comme engrais, serait environ décuple de celle du fumier normal, ainsi que l'indiquent les titres de ces deux engrais.

» *Fumier des auberges du Midi.* — Nous l'avons analysé avec M. de Gasparin, à qui nous devons tous les renseignements sur ses applications : ce fumier provient des litières et excréments des chevaux et mulets nourris de foin et d'avoine.

» L'échantillon a été pris après un mois de mise en tas, chaud encore, mais assez humide pour ne pas tourner au blanc; la paille qu'il contient

est amollie, écrasée, mais sans décomposition sensible; il pèse, en cet état, 660 kilogrammes le mètre cube, et jusqu'à 820 kilogrammes si on l'a fortement foulé; il renferme 0,3942 de matière sèche; celle-ci représente les 0,725 de son poids de substance organique: le prix ordinaire et fixe de cet engrais est de 1 fr. 30 cent. les 100 kilogrammes; cette quantité donne au cultivateur un accroissement de produit estimé 2 à 5 fr. dans les terres arrosées, et seulement de 0,93 cent. à 1 fr. dans les terres sableuses sèches. Ce fait, très-digne d'attention, montre bien toute l'importance des conditions favorables à l'effet des engrais.

» On remarquera, enfin, que le fumier des auberges est sensiblement deux fois plus riche que le fumier normal des fermes: cela s'explique et par la plus faible proportion d'eau qu'il recèle, et par la nourriture plus substantielle donnée aux animaux qui le fournissent: il se rapproche des excréments des chevaux (1).

» *Guano.* — Parmi les engrais que nous n'avions pu nous procurer à l'époque où fut publié notre précédent travail, nous regrettions surtout de compter le guano, dont les effets favorables avaient été si bien constatés en pratique. Depuis lors, cet engrais a fait l'objet d'importations considérables en Angleterre, plusieurs fermiers l'ont employé en grand; nous avons reçu de notre Ministère de l'Agriculture, et de correspondants étrangers, divers échantillons de guano et des renseignements sur son emploi; enfin quelques applications semblables ont été entreprises chez nous.

» En Angleterre, on fait usage du guano mêlé préalablement avec un quart de son volume de charbon de bois pulvérisé: ce mélange nous paraît convenable pour faciliter la dispersion sur le sol, condition importante dans l'application des engrais très-riches. Un de nous a d'ailleurs, depuis longues années, indiqué l'influence utile des charbons poreux: elle consiste à modérer les réactions spontanées et à retenir une partie des gaz (2).

» Les quantités employées par acre de terre correspondent à la moyenne des équivalents trouvés par nos analyses; mais on ne saurait encore conclure rien de bien précis des résultats obtenus, car les proportions d'azote

(1) On trouvera, dans les Mémoires pour 1842 de la Société royale et centrale d'Agriculture, les importantes observations de M. le comte de Gasparin sur la valeur des engrais relative à des cultures et pour des circonstances données.

(2) Voir l'article *Engrais désinfectés* de notre précédent Mémoire, *Ann. de Ch.*, t. III, p. 95, 1841.

sont différentes suivant les localités où l'on puise, dans ces immenses bancs d'excréments d'oiseaux : c'est un motif de plus pour engager les commerçants et les consommateurs à recourir aux données de l'analyse chimique.

» Le guano importé par les soins du Ministère s'est trouvé deux fois plus riche que celui reçu des fermiers anglais, même épuré de quelques parties sableuses : ce dernier offrait une teinte briquetée et une odeur prononcée de certains oiseaux sauvages ; l'autre, de couleur grisâtre, exhalait une odeur infecte.

» Quelques cultivateurs ont obtenu de bons résultats en répandant le *guano* avec la semence : c'est ainsi qu'on l'emploie au Pérou.

» Les effets obtenus dans plusieurs cultures ont déjà élevé le prix de cet engrais au-dessus même de celui que lui assignerait son équivalent théorique (1).

» On pourra remarquer une grande analogie de composition et d'effets entre le guano et la colombine, dont le titre s'est trouvé intermédiaire entre les deux qualités de l'engrais importé (2). Le fumier de pigeon se vend, dans le département de la Vienne de 3 fr. 75 c. à 5 fr. l'hectolitre pesant 40 kilogr. ; il coûte plus cher aux cultivateurs de Lille, qui le font venir des environs d'Arras et savent bien apprécier ses bons effets.

» *Litières et chrysalides des vers à soie.* — Ce sont des résidus qui, jusqu'à ces derniers temps étaient en général abandonnés aux alentours des magnaneries et filatures où ils ne pouvaient que nuire par leurs émanations putrides.

» On les emploie aujourd'hui comme engrais, et nous devons rappeler à leur égard ce que nous avons dit des avantages que l'on réalise en désinfectant certains engrais putrescibles au moyen du charbon.

» Les titres des litières des chenilles des magnaneries, pendant leurs cinquième et sixième âge, les plus abondantes d'ailleurs, sont presque identiquement égales, et leur titre est neuf fois plus élevé que celui du fumier normal.

» Quant aux chrysalides, elles ne représentent que cinq fois leur poids du fumier de ferme, parce que nous les avons analysées tout humides, telles

---

(1) Le gouvernement péruvien vient, dit-on, d'interdire l'exportation du guano.

(2) Voir *Ann. de Ch.*, tome III, 1841, p. 103 et 107, le titre et l'équivalent de la Colombine.

qu'elles sortent des filatures de cocons; desséchées, elles vaudraient autant que la plupart des engrais de débris animaux (1).

» *Urine des hommes.*— On sait que la composition de ce liquide est fort variable, surtout suivant le régime alimentaire et la quantité de boisson en un temps donné : pour obtenir une moyenne, nous avons pris nos échantillons dans le réservoir, promptement rempli, des pissoirs publics en un lieu très-fréquenté. Deux analyses sur des échantillons recueillis à une journée d'intervalle nous ont donné des résultats fort rapprochés.

On voit qu'à l'état ordinaire, l'urine représenterait près du double de son poids de fumier normal, et que l'extrait sec d'urine équivaudrait à quarante fois son poids du même fumier. L'urine étendue de quatre volumes d'eau, puis employée en arrosages quelque temps avant les ensemencements, pénètre dans le sol, qui, par sa porosité, retient assez les produits ammoniacaux volatils.

» Mais, lorsqu'on doit garder en réserve les urines à part ou mêlées aux fumiers, il convient d'arrêter la trop facile déperdition du carbonate d'ammoniaque. On y parvient économiquement en faisant dissoudre dans l'urine du sulfate de fer, lorsqu'on peut se le procurer à bas prix. 6 à 7 kilogrammes pour 100 kilogrammes d'urine normale suffisent. Il faut éviter d'en ajouter beaucoup plus que l'équivalent du carbonate d'ammoniaque, car il en résulterait une réaction acide prononcée, nuisible surtout aux sols peu calcaires.

» *Noir des raffineries.* — Cet engrais, expédié des raffineries de Paris dans la Mayenne, avait donné lieu à des contestations entre l'expéditeur et le destinataire : un essai par simple incinération semblait justifier la plainte; il fallut en venir à des analyses qui ont prouvé, au contraire, soit par le dosage de l'azote, soit par la composition des cendres, qu'il n'y avait point eu fraude; car il n'y manquait que la quantité d'eau évaporée durant les transports : l'engrais était donc un peu plus riche qu'au sortir de la raffinerie.

» *Engrais hollandais.*— Sous ce nom, on a livré aux cultivateurs des environs de Lyon une substance pulvérulente que l'analyse nous a montrée identique avec l'engrais désinfecté dit *noir animalisé*. (*Voir* le Mémoire précédent, *Ann. de Ch.*, p. 97.)

---

(1) Nous devons les échantillons sur lesquels nous avons opéré aux soins obligeants de M. Aubert de Neuilly et de M. Camille Beauvais.

» *Engrais sang.* — On prépare actuellement, en Angleterre, du sang solidifié avec 0,035 de chaux, mêlé à 0,12 de charbon très-fin ou de suie de houille, puis desséché. Ce mélange, fait à l'instar de quelques-uns de nos engrais pulvérulents désinfectés, est de cinq à six fois plus riche que le noir des raffineries, mais il dégage une odeur putride.

» *Résidus de bleu de Prusse et sang.* — Ce mélange est encore une imitation artificielle des noirs résidus des raffineries. On voit d'ailleurs que son titre est aussi élevé. La petite quantité de carbonate de potasse restée dans la substance charbonneuse lui donne une légère réaction alcaline qui doit être favorable à la végétation.

» *Herbes marines animalisées.* — Cet engrais est préparé aux environs de Marseille. Les deux échantillons que nous avons reçus, l'un de M. de Gasparin, l'autre de M. Pommier, directeur de l'*Écho*, nous ont donné sensiblement les mêmes résultats, qui portent son titre à six fois celui du fumier normal. Toutes ces données numériques sont contenues dans les tableaux suivants :

Tableau des analyses et valeurs comparées des engrais.

DÉSIGNATION des substances.	EAU normale.	POIDS de la matière sèche employée	AZOTE en cent. cub.	TEMPÉR.	PRESSIO	AZOTE pour 100 dans la matière sèche.	AZOTE pour 100 dans la matière normale.	TITRE. Substance sèche. A	Substance à l'état normal. B	REMARQUES.
Fumier de ferme..........	79,3	gr. 4,0755	66,1	9,2	0,745	1,95	0,4	100	100	(*Voy*. t. III de 1841, p. 100.)
Feuilles d'automne, chêne.	24,99	0,353	4,75	14	0,751	1,565	1,175	80	293	
— hêtre...	39,3	0,492	8	15	0,761	1,906	1,177	77,7	294	
— peuplier	51,1	0,553	5,5	15	0,761	1,166	0,538	66	134	
— acacia..	53,6	0,372	5	15	0,7516	1,557	0,721	79,8	180	
— poirier.	14,5	0,593	8,2	18,8	0,743	1,53	1,36	81,5	340	
Madia sativa en engrais vert,	70,55	0,31	14	19	0,761	1,534	0,45	78,6	112,5	Racines, tiges, feuilles et fleurs.
Rameaux et feuilles de buis.	59,26	0,488	12,25	17,1	0,7562	2,89	1,17	147	292,5	
Marc de pommes à cidre...	6,4	0,716	3,7	6	0,747	0,63	0,59	32,3	147	(1841). Desséché préalablem.
Marc de houblon.........	73,05	0,439	8,50	15,75	0,749	2,228	0,60	114	150	Houblon 1re qualité, Allem. (brasserie des Batignolles).
Écume des défécations.....	67,0	0,488	6,5	15	0,769	1,579	0,535	80,9	134	Vigneux (procédé de M. Dombasle).
Tranch. de betterave épuis.	94,50	0,691	10,25	15,20	0,7695	1,758	0,009	90,1	2,2	*Idem.*
Tourteau de graines de coton	11,02	0,332	13,25	22	0,7607	4,524	4,02	232	1000	
— de caméline.....	6,5	0,668	32,3	7,4	0,754	5,93	5,515	304	1378	
— de chènevis......	5,0	0,584	24,7	7,5	0,753	4,78	4,21	245	1052	
— de pavots........	6,0	0,714	33,2	6,5	0,753	5,70	5,36	292	1340	
— de faines........	6,2	0,718	20,7	6,5	0,752	3,53	3,31	181	828	Tourteau très-ligneux employé comme combustible.
— de noix	6,0	0,719	34,0	7	0,752	5,59	5,24	286,6	1310	
Fumier des auberges du Midi	60,58	0,493	9	16,50	0,745	2,083	0,79	107	197	Communiqué par M. de Gasparin.
Guano importé en Angleter.	19,56	0,766	40	14,50	0,766	6,201	4,988	323	1247	A l'état normal.
— épuré par tamisage..	23,40	0,480	29,50	15,80	0,744	7,047	5,398	361	1349	Concrétion globulifère extr. par tamisage.
— — en France....	11,28	0,266	37	18,50	0,746	15,732	13,950	806,7	3487	Odeur putride prononcée.
Litière vers à soie 5e âge..	14,29	0,498	15	16	0,754	3,483	3,285	178,7	827	De la magnanerie de Neuilly.
— — 6e âge...	11,39	0,361	11,25	15	0,773	3,709	3,290	190	822	*Idem.*
Chrysalides vers à soie....	78,50	0,318	25	17,50	0,750	8,987	1,942	461	485	Des bergeries de Sénart.
Urine des pissoirs publics	9,57	0,363	55	15	0,751	17,556	16,853	900,2	4213	Séché à l'étuve.
Idem...............	96,889	0,150	25	14,50	0,752	23,108	0,715	1133	179	Liquide. 100 cent. cubes donnent 3gr.,617 de résidu; on a tenu compte des produits vol.
Noir des raffiner. (Mayenne)	27,65	1,038	16,5	14,8	0,774	1,901	1,375	97,4	343,7	(*Voir* t. III, 1841, p. 95 à 98).
Engrais hollandais........	44,12	0,382	8	14	0,764	2,478	1,36	127	340	(Noir animalisé de Lynn.)
Noir anglais..............	13,45	0,260	18	15	0,751	8,022	6,952	411,4	1738	Sang + chaux + suie de houille
Rés. du bleu de Prusse + sang	53,40	0,466	11	15	0,7704	2,8031	1,306	143,7	326	
Herbes marines animalisées	12,54	0,645	15,5	18,75	0,757	2,756	2,408	141	602	Séché à l'étuve, remis par M. de Gasparin.
Idem...............	11,72	1,008	24,25	14	0,760	2,714	2,395	139	598	Séché à l'étuve, remis par M. Pommier.
Terreau...............	"	1	8,7	7,5	0,739	1,03	"	52,8	"	De fumier de cheval (à l'état sec et préalabl. tamisé pour enlever la paille.)
Coquillages de mer........	"	2,130	1,00	24	0,7625	0,052	0,052	2,67	13	Préalablement desséchés.

NOTA. Dans la colonne A, le titre de chaque engrais supposé sec est comparé à celui du fumier desséché représenté par 100.

Dans la colonne B, le titre de chaque engrais à l'état humide ordinaire est comparé au titre du fumier humide représenté par 100.

On voit que le fumier de ferme diffère surtout du fumier des auberges par la proportion de matière sèche : le 1er en contient 0,2, et le 2e en représente 0,4. Ces données pourraient servir à calculer la limite du bénéfice qu'on se proposerait de réaliser en desséchant les fumiers, pour réduire les frais de transport.

Tableau synoptique des équivalents des engrais.

SUBSTANCES.	ÉQUIVALENT de la substance sèche.	ÉQUIVALENT de la substance à l'état normal.	OBSERVATIONS.
Fumier de ferme	100	100	Pris comme terme de comparaison.
Feuilles d'automne, chêne	125	34	
— hêtre	102,3	33,98	
— peuplier	167,2	74,34	
— acacia	125,2	55,47	
— poirier	127	29,40	
Madia sativa en engrais vert	126	88,88	Racines, tiges, feuilles et fleurs.
Buis	67,5	34,18	Rameaux et feuilles.
Marcs de pommes à cidre	309	67,79	Résidu séché à l'air, pris comme état normal.
Marc de houblon	87,6	66,65	Résidu contenant 0,73 d'eau.
Écume de défécations	127,1	74,65	D'une sucrerie de betteraves.
Tranches épuisées	110,7	4136,50	De betteraves, macérées.
Tourteau de graines de coton	32	9,99	
— de caméline	32,8	7,25	
— de chènevis	40,8	9,50	
— de pavots	34,2	7,46	
— de faines	55	12,08	Très-ligneux, employé pour brûler.
— de noix	34,8	7,63	
Fumier d'auberges	93,7	50,63	Du Midi.
Guano	31,4	80,40	Importé en Angleterre.
Idem	27,7	74,10	Épuré par tamisage.
Idem	12,4	28,60	Importé en France.
Litière de vers à soie	56	12,17	5e âge.
Idem	52,5	12,15	6e âge.
Chrysalides de vers à soie	21,6	20,61	
Urine	11,1	2,37	Des pissoirs publics, desséchée.
Idem	8,4	55,95	Liquide (compris ammoniaque).
Noir des raffineries	102,5	27,91	Dans le départ. de la Mayenne, tiré de Paris.
Engrais dit hollandais	78,6	29,40	(A Lyon, noir animalisé).
Noir anglais	24,3	5,75	Sang + chaux + suie de houille.
Résidus de bleu de Prusse	6,9	30,62	Animalisés avec du sang.
Herbes marines	7,0	16,61	Animalisées avec de la matière fécale.
Idem	7,1	16,70	*Idem.*
Terreau	189	33,33	De fumier de cheval séché et tamisé.
Coquillages de mer	3750	769,23	Des plages de Dunkerque.

NOTA. Les nombres de la première colonne indiquent la quantité de chaque engrais qui remplacerait 100 de fumier sec. Les chiffres de la deuxième colonne indiquent la quantité de chacun des engrais qui remplacerait 100 de fumier humide.

THÉORIE DE LA LUMIÈRE. — *Second Mémoire sur les phénomènes des ombres et de la diffraction; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« J'ai reproduit, dans la séance précédente, l'analyse que j'avais appliquée en 1836 au problème des ombres et de la diffraction, ainsi que les formules auxquelles se rapporte ma Lettre du 22 avril de la même année. Ces formules suffisent déjà pour expliquer la marche rectiligne des rayons lumineux qui traversent les fentes d'un écran, la dilatation de ces rayons, appelés, en raison de cette dilatation même, *rayons diffractés*, les franges qui accompagnent leurs bords, et l'ombre qui occupe la partie de l'espace située derrière l'écran à des distances sensibles de ces mêmes bords. Toutefois les formules que je viens de rappeler se trouvent seulement comprises, comme cas particulier, dans les formules générales auxquelles on arrive quand on applique au problème des ombres et de la diffraction l'une des deux méthodes que j'indiquerai tout à l'heure. Alors, il est vrai, l'on se trouve conduit à des conclusions singulières et inattendues. Mais, comme ces conclusions me paraissent exactes et propres, en raison de leur singularité même, à fixer l'attention des physiciens et des géomètres, j'ai cru que l'on me permettrait volontiers d'entrer à ce sujet dans quelques détails.

» Je commencerai par faire voir comment la solution du problème énoncé peut se déduire directement de la simple intégration des équations aux dérivées partielles qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules. On sait que ces équations renferment, avec les variables indépendantes, c'est-à-dire avec les coordonnées et le temps, trois inconnues qui représentent les déplacements d'une molécule mesurés parallèlement aux axes coordonnés. Supposons, pour plus de simplicité, ces équations réduites à des équations homogènes, ce qui arrive, par exemple, dans la théorie de la lumière, quand on ne tient pas compte de la dispersion. Elles seront du second ordre, non-seulement par rapport au temps, comme les équations générales de la Dynamique, mais aussi par rapport à chacune des coordonnées. Donc l'intégration introduira dans les intégrales générales deux fonctions arbitraires relatives à chacune des inconnues. Mais ces fonctions arbitraires auront des significations diverses, suivant la nature du problème qu'il s'agira de résoudre. Si, le mouvement infiniment petit du système de molécules étant supposé connu à une certaine époque, il s'agit d'en conclure le mouvement qui s'observera dans le même système à une

époque quelconque, par exemple, au bout du temps t, les fonctions arbitraires seront celles qui représenteront au premier instant les déplacements moléculaires, et leurs dérivées prises par rapport au temps, ou les vitesses des molécules. Si, au contraire, le mouvement étant supposé connu à une époque quelconque dans une portion du système, il s'agit d'en conclure le mouvement transmis à une autre portion séparée de la première par une surface plane ou courbe, par exemple, par le plan des y, z, les fonctions arbitraires représenteront les déplacements des molécules situées dans ce plan, c'est-à-dire les déplacements moléculaires correspondant à une valeur nulle de l'abscisse x, et les dérivées de ces déplacements relatives à x, ou plutôt les valeurs que prennent ces dérivées pour une valeur nulle de x. Ce n'est pas tout: l'on peut concevoir, dans la première hypothèse, que l'ébranlement initial reste circonscrit dans une certaine portion de l'espace, ou, en d'autres termes, que les déplacements et les vitesses des molécules s'évanouissent au premier instant pour tous les points de l'espace situés hors d'une certaine enveloppe. Pareillement on peut concevoir, dans la seconde hypothèse, que le mouvement propagé à une époque quelconque d'un certain côté du plan de y, z, par exemple, du côté des x négatives, traverse seulement une portion de ce plan renfermée dans un certain contour, et se trouve intercepté dans ce même plan en chacun des points situés hors de ce même contour. Ces restrictions étant admises, chaque fonction arbitraire sera une fonction discontinue des coordonnées qu'elle renferme, et cette fonction discontinue, qui s'évanouira pour tous les points situés dans l'espace hors d'une certaine enveloppe, ou dans le plan de yz hors d'un certain contour, pourra être représentée par une somme d'exponentielles qui prendra la forme d'une intégrale définie sextuple ou quadruple. D'ailleurs, dans la seconde hypothèse, comme dans la première, les méthodes que nous avons données pour l'intégration des systèmes d'équations aux dérivées partielles pourront être immédiatement appliquées à la recherche des valeurs générales des inconnues. Mais l'interprétation des formules à l'aide desquelles ces valeurs générales seront exprimées peut offrir, dans la seconde hypothèse, de sérieuses difficultés que nous allons éclaircir, et dont la solution nous paraît devoir contribuer notablement aux progrès de la physique mathématique.

» En vertu du théorème de Fourier, et d'autres théorèmes analogues que j'ai donnés dans les *Exercices*, toute fonction continue, ou même discontinue, peut être représentée par la somme d'un nombre fini ou infini d'exponentielles réelles ou imaginaires. Par suite, comme je l'ai déjà

remarqué dans mes précédents Mémoires, tout mouvement infiniment petit qui se propage à travers un système de molécules, peut être considéré comme résultant de la superposition d'un nombre fini ou infini de mouvements simples. D'ailleurs, un mouvement simple peut être durable et persistant, ou s'affaiblir et s'éteindre avec le temps, ou croître indéfiniment, tandis que le temps augmente. Pareillement un mouvement simple peut se propager dans l'espace sans s'affaiblir, ou bien il peut croître ou décroître, suivant que l'on s'éloigne, dans un sens ou dans un autre, d'une surface donnée, par exemple du plan des y, z. Enfin, dans un mouvement simple qui ne s'affaiblit pas en se propageant à travers l'espace, les ondes planes peuvent marcher dans un sens ou dans un autre, par exemple, dans le sens des x positives ou dans le sens des x négatives. Cela posé, considérons d'abord, dans un système de molécules, le mouvement produit au bout du temps t par un ébranlement initial et infiniment petit, qui ne s'étendait pas au-delà d'une certaine enveloppe. Pour que ce mouvement, en se propageant dans l'espace, reste toujours infiniment petit, il sera nécessaire qu'il ne croisse indéfiniment ni avec le temps, ni avec la distance; par conséquent il sera nécessaire que, dans les exposants des exponentielles dont la somme représentera la valeur générale de chaque inconnue, le coefficient du temps ou d'une longueur absolue n'offre jamais de partie réelle positive. Cette condition se trouve généralement remplie pour les intégrales qui représentent le mouvement produit, dans un système de molécules, par un ébranlement initial imprimé au système dans le voisinage d'un point donné; et, par suite, ces intégrales fournissent effectivement, comme on devait s'y attendre, les valeurs générales des déplacements et des vitesses moléculaires, au bout d'un temps quelconque. Mais, si l'on suppose qu'un mouvement infiniment petit, propagé dans la portion de l'espace qui est située par rapport au plan des y, z, du côté des x négatives, doive être sans cesse transmis à la portion de l'espace située du côté des x positives, à travers une surface, ou, si l'on veut, à travers une ouverture terminée, dans ce plan, par un certain contour, en sorte que le mouvement se trouve intercepté par le plan, en chacun des points situés au dehors du même contour, alors on obtiendra souvent, pour représenter les valeurs générales des inconnues, des formules qui sembleront paradoxales au premier abord. En effet, les valeurs des inconnues étant réduites à des sommes d'exponentielles, il arrivera souvent que, dans les exposants de quelques exponentielles, les coefficients des distances absolues offriront des parties réelles positives. Donc, alors, quelques-uns des mouvements simples dont

les exponentielles seront les symboles caractéristiques sembleront devoir devenir de plus en plus sensibles, et croître indéfiniment aux yeux d'un observateur qui s'éloignerait indéfiniment du plan des y, z, du côté des x positives. Il y a plus : parmi les mouvements simples correspondants aux mêmes exponentielles, ceux qui se propageront sans s'affaiblir offriront souvent cette circonstance remarquable, que les uns sembleront devoir se propager dans le sens des x positives, les autres en sens contraire. Cependant il paraît absurde de supposer qu'un mouvement infiniment petit, propagé dans un système de molécules du côté des x négatives, fasse naître du côté des x positives des mouvements simples qui croissent indéfiniment avec la distance au plan des y, z, ou des mouvements simples dans lesquels les ondes planes soient ramenées vers ce plan. Pour faire disparaître ces paradoxes, il suffit de considérer les valeurs des déplacements moléculaires données par l'intégration comme composées chacune de deux parties, et d'admettre que la première partie représente le déplacement d'une molécule dans un mouvement infiniment petit, qui se transmet et se propage du côté des x positives, mais que la seconde partie, prise en signe contraire, représente le déplacement d'une molécule dans un mouvement réfléchi, c'est-à-dire dans un mouvement qui se propage du côté des x négatives, en se superposant au mouvement donné. Alors, pour obtenir le mouvement transmis, on doit superposer les uns aux autres ceux des mouvements simples et relatifs aux diverses exponentielles, qui se propagent dans le sens des x positives, ou s'affaiblissent et s'éteignent quand on s'éloigne dans le même sens du plan des y, z. Au contraire, pour obtenir le mouvement réfléchi, on doit superposer les uns aux autres des mouvements directement opposés aux mouvements simples qui se propagent dans le sens des x négatives, ou s'affaiblissent et s'éteignent quand on s'éloigne dans ce même sens du plan des y, z. En opérant ainsi, on verra toutes les difficultés s'évanouir. On pourrait objecter, il est vrai, que l'intégration effectuée semblait avoir pour but la recherche unique des déplacements et des vitesses des molécules situées, par rapport au plan des y, z, du côté des x négatives; mais l'analyse, en nous conduisant à des formules qui sont inadmissibles quand on se borne à tenir compte du mouvement transmis, prouve qu'en ayant égard à ce seul mouvement, on ne peut résoudre la question proposée. D'ailleurs, pour interpréter avec justesse les intégrales obtenues, il est nécessaire de revenir sur ses pas et d'examiner, d'une part, quelles sont les données que l'on a introduites dans le calcul; d'autre part, quelles sont les quantités dont l'intégration peut

fournir la valeur. Or ici les données du problème sont évidemment les déplacements et les vitesses des molécules dans le plan des y, z, ou plutôt dans une tranche infiniment mince comprise entre le plan des y, z, et un plan parallèle infiniment voisin. Ces déplacements et ces vitesses sont tout ce que l'intégration emprunte aux faits énoncés. Supposées connues à une époque quelconque, elles sont considérées comme l'origine et la cause permanente des mouvements qui se propagent hors de la tranche dont il s'agit, et les inconnues du problème sont précisément les déplacements et les vitesses des molécules situées hors de cette même tranche. Du reste, il suffit que les valeurs générales des inconnues aient la double propriété de vérifier les équations différentielles des mouvements infiniment petits et de se réduire, dans l'épaisseur de la tranche, aux valeurs données. Il importe peu que les nouveaux mouvements simples, dont la naissance permettra de remplir cette double condition, soient des mouvements transmis ou des mouvements réfléchis. D'ailleurs, comme l'expérience prouve que des mouvements peuvent être réfléchis, et se réfléchissent en effet dans certaines circonstances, il est clair que rien ne s'oppose à ce qu'on admette comme véritable l'interprétation à laquelle nous venons de parvenir; c'est même, à ce qu'il semble, une chose digne d'être remarquée, que l'examen approfondi des formules données par l'analyse nous ait nécessairement conduits à la notion de mouvements réfléchis.

» Les principes que nous venons d'exposer nous paraissent applicables à la recherche des lois suivant lesquelles un rayon de lumière, propagé dans un milieu transparent, surtout dans l'éther isolé, du côté des x négatives, est transmis à la portion de ce milieu située du côté des x positives, à travers une ouverture pratiquée dans un écran très-mince dont une surface coïncide avec le plan des y, z. Ce dernier problème est précisément celui des ombres et de la diffraction. Il diffère très-peu du problème que nous venons de résoudre. La principale différence entre l'un et l'autre consiste en ce que, dans la question ci-dessus traitée, on n'a point spécifié la cause en vertu de laquelle le mouvement se trouvait en partie intercepté par la tranche infiniment mince dont une surface coïncide avec le plan des y, z, et que l'on a raisonné, au contraire, comme si cette tranche pouvait acquérir le pouvoir d'intercepter le mouvement sans cesser d'être formée avec les molécules qui composent le milieu donné. On pourrait donc craindre qu'il ne fût nécessaire de faire intervenir la nature même de l'écran dans la solution du problème des ombres et de la diffraction; et, dans la réalité, pour résoudre le problème avec une rigueur mathématique, il convien-

drait non-seulement de spécifier la substance dont se forme l'écran, mais encore de calculer l'extinction des rayons lumineux opérée par cette substance. Toutefois, comme l'expérience prouve que la nature de l'écran n'a pas d'influence sur la nature des phénomènes observés et sur les lois de la diffraction, il paraît que, dans la recherche de ces lois, on peut sans inconvénient se borner à développer les conséquences des formules auxquelles on arrive par la méthode ci-dessus exposée.

» Nous avons maintenant à signaler une conclusion extraordinaire à laquelle nous conduisent les principes que nous venons d'établir. Cette conclusion est que, si la lumière passe à travers une ouverture pratiquée dans un écran, cette circonstance fera naître généralement deux espèces de rayons diffractés, les uns transmis, les autres réfléchis. Remarquons d'ailleurs qu'il s'agit en ce moment, non pas de rayons réfléchis par la portion de l'écran qui avoisine l'ouverture, mais de rayons réfléchis, si je puis le dire, par cette ouverture même. Si jusqu'ici l'on n'a observé que les rayons transmis, cela tient sans doute à ce qu'il est beaucoup plus facile de les apercevoir à côté de l'ombre que porte l'écran. Il serait intéressant d'examiner si, en faisant usage d'un écran très-noir et qui absorberait, autant que possible, tous les rayons incidents, on ne parviendrait pas à rendre sensibles les nouveaux rayons réfléchis et diffractés.

» Au reste, dans certains cas particuliers, et sous certaines conditions, les rayons réfléchis peuvent disparaître. Les formules que nous avons rappelées dans la séance précédente résolvent le problème des ombres et de la diffraction de la lumière propagée à travers un milieu transparent et isophane, dans le cas où ces conditions se trouvent remplies et où d'ailleurs la vitesse de propagation des vibrations transversales devient équivalente à la vitesse de propagation des vibrations longitudinales, ce qui réduit les trois équations différentielles des mouvements infiniment petits à des équations dans lesquelles les trois inconnues se trouvent séparées l'une de l'autre.

» La méthode dont je viens de me servir pour traiter le problème des ombres et de la diffraction n'est pas la seule qui fournisse la solution de ce problème. Cette solution peut encore se déduire des principes que j'ai développés dans mes précédents Mémoires, et spécialement dans le Mémoire du 12 septembre dernier. Il ne sera pas inutile de montrer ici en peu de mots comment l'application de ces principes au problème qui nous occupe confirme et généralise même les résultats ci-dessus énoncés.

» Dans le Mémoire du 12 septembre dernier, j'ai particulièrement exa-

miné ce qui arrive lorsqu'un rayon simple est transmis d'un premier milieu à un second, à travers une surface plane, et j'ai trouvé six équations de condition relatives à la surface. Ces équations sont celles qui expriment que les déplacements d'une molécule, mesurés parallèlement aux axes coordonnés, et les dérivées de ces déplacements prises par rapport à x, acquièrent les mêmes valeurs sur la surface prise pour plan des y, z, soit que l'on considère la molécule comme appartenant au premier ou au second milieu. J'ai remarqué d'ailleurs que, si un rayon simple se propage dans le premier des deux milieux, et tombe sur la surface plane, la réflexion et la réfraction feront naître, dans chaque milieu, non-seulement les deux rayons qui peuvent être perçus par l'œil, savoir, ceux dans lesquels les vibrations moléculaires sont transversales ou sensiblement transversales, mais encore un troisième rayon dans lequel les vibrations moléculaires seraient longitudinales, s'il se propageait sans s'affaiblir. On aura donc à déterminer les symboles caractéristiques et les paramètres symboliques de trois rayons réfléchis et de trois rayons réfractés. Or, comme nous l'avons dit, pour que les conditions relatives à la surface réfléchissante puissent être vérifiées, il sera d'abord nécessaire que les symboles caractéristiques des six rayons réfléchis et réfractés deviennent égaux, sur la surface, au symbole caractéristique du rayon incident : et, cette égalité étant admise, non-seulement les directions des plans des ondes et des vibrations moléculaires seront connues dans les six nouveaux rayons; mais, de plus, les six équations de condition suffiront pour déterminer les seules inconnues que présentera encore le problème, savoir, les six paramètres symboliques correspondants aux trois rayons réfléchis et aux trois rayons réfractés.

» Dans le Mémoire que je viens de rappeler, la surface plane, traversée par les rayons lumineux, avait une étendue indéfinie. Considérons maintenant le cas où cette surface ne se laisserait traverser par la lumière que dans les points situés entre deux droites parallèles, et jouerait le rôle d'un écran pour tous les points situés hors de ces mêmes droites. La portion de surface plane comprise entre les deux droites pourra être envisagée comme une fente pratiquée dans un écran, et à travers laquelle la lumière serait transmise. Le problème à résoudre sera de trouver les lois suivant lesquelles s'effectue cette transmission. Or, pour obtenir la solution désirée, il suffira de recourir aux six équations de condition ci-dessus mentionnées, et de représenter, dans le rayon incident, les déplacements des molécules situées sur la surface de l'écran, et les dérivées de ces déplacements prises

par rapport à x, à l'aide d'intégrales définies doubles qui aient la propriété de s'évanouir hors des limites correspondantes aux deux bords de la fente. D'ailleurs la réflexion et la réfraction, produites par la surface de séparation des deux milieux, feront naître, comme dans le cas où cette surface était illimitée, trois rayons réfléchis et trois rayons réfractés. Si les milieux sont transparents, deux des trois rayons pourront être perçus par l'œil dans chaque milieu, et ces deux rayons se réuniront en un seul dans les milieux isophanes. Quant au troisième rayon, il s'éteindra toujours à une petite distance de la surface réfléchissante. Ajoutons que, dans chacun des six nouveaux rayons, les déplacements symboliques des molécules pourront être exprimés chacun à l'aide d'une intégrale définie double. Lorsque la fente deviendra infiniment grande, les six intégrales correspondantes aux six rayons se réduiront, comme on devait s'y attendre, à six exponentielles qui représenteront les symboles caractéristiques de ces rayons; et chaque onde plane aura une étendue illimitée, soit dans le premier, soit dans le second milieu. Mais il n'en sera plus de même si la fente devient très-étroite; et, dans ce dernier cas, chacun des rayons qui se propagera sans s'affaiblir se transformera en un filet de lumière dont la nature se déduira de la discussion de l'intégrale correspondante. Cette discussion deviendra facile si l'on applique à la détermination approximative de chaque intégrale les formules que j'ai données dans la séance précédente. Or, les six intégrales étant de même nature, on pourra en dire autant des six rayons, et chacun d'eux sera du genre de ceux que l'on nomme rayons diffractés. Donc lorsqu'une fente pratiquée dans un écran très-mince, qui couvre la surface de séparation de deux milieux, permet à un filet de lumière de rencontrer cette surface, les rayons réfléchis par la surface sont diffractés, aussi bien que les rayons transmis.

» Considérons maintenant le cas particulier où, les deux milieux étant transparents et isophanes, la nature du second milieu devient identique avec celle du premier. Alors, dans chaque milieu, les deux rayons qui se propagent sans s'affaiblir se réuniront en un seul. Mais cette circonstance n'entraînera nullement la disparition des rayons réfléchis, dont au contraire on sera obligé de tenir compte pour vérifier les six équations de condition relatives à la surface de l'écran. Nous voici donc amenés de nouveau à la conclusion singulière à laquelle nous avions été conduits par un examen attentif des intégrales générales qui représentent un mouvement transmis et propagé dans un seul milieu à travers une portion de surface plane. Ainsi les deux méthodes que nous avons suivies nous indi-

quent l'une et l'autre un nouveau phénomène qui paraît propre à éveiller l'attention des physiciens, et la seconde méthode a l'avantage de montrer comment ce nouveau phénomène se lie aux phénomènes déjà connus. »

MÉMOIRES LUS.

M. **Morand** lit un Mémoire ayant pour titre : « *Sur les lois générales du monde et leurs expressions mathématiques;* deuxième partie. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Cornay** lit un Mémoire ayant pour titre : « *Moyens de conserver les cadavres préalablement embaumés, sous des armures ou cercueils ayant leur figure et leurs formes; application de la galvanoplastique pour arriver à ce but.* »

(Commissaires, MM. Serres, Becquerel, Breschet.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANATOMIE. — *Mémoire sur la structure celluleuse des dents et de leurs bulbes; sur la formation de l'ivoire qui les recouvre, et sur quelques autres points d'odontologie; par* M. **Alexandre Nasmyth.**

(Commission précédemment nommée.)

« La structure de toutes les parties de la dent, quelque diversité qu'elles offrent dans leur apparence, repose sur une même base et suit dans toutes un même mode de développement. Un tissu aréolaire, dont la disposition celluleuse varie suivant les parties, mais dont l'existence est évidente dans toutes, dans l'émail comme dans la pulpe, en forme la trame, le canevas. Telle est la proposition qui me paraît se déduire nécessairement des faits exposés dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de soumettre, il y a deux ans, au jugement de l'Académie, conclusions que j'ai peut-être eu tort de ne pas formuler alors d'une manière assez nette.

» Qu'il me soit permis aujourd'hui de retracer dans un rapide aperçu les principales phases du travail par lequel le tissu aréolaire est transformé en des parties aussi dissemblables que le sont la pulpe et l'émail, et d'exposer brièvement les principaux résultats de mes recherches sur les formes spéciales sous lesquelles nous retrouvons l'organisation dans les différentes parties dont la dent est composée.

» La pulpe est formée de deux tissus différents : l'un, vasculaire, destiné à fournir les éléments de nutrition et de transformation; l'autre, réticulé, dans les mailles duquel viennent se déposer les sels calcaires qui transforment la pulpe en ivoire. Le premier, ou l'appareil vasculaire, est représenté par des troncs qui se divisent en de nombreux et délicats rameaux, lesquels, arrivés près de la surface de la pulpe, se courbent sous forme d'anses anastomotiques, reviennent sur eux-mêmes, puis se réunissent en troncs qui reportent le sang dans la circulation veineuse. Les derniers rameaux de cet appareil vasculaire forment ce qu'on appelle le *système intermédiaire*, dans lequel il est impossible de connaître le point où finit l'artère et où commence la veine.

» Depuis que j'ai présenté, en 1840, mon Mémoire à l'Institut, j'ai suivi, avec une facilité à laquelle on n'était pas encore arrivé jusqu'alors, les dernières ramifications de ces vaisseaux, à l'aide d'une méthode d'injection que je me propose de faire connaître à l'Académie dans une communication ultérieure. Plusieurs des préparations que je soumets aujourd'hui à son examen, vues avec le microscope, démontrent toute la richesse et les bornes à la fois de cette circulation spéciale. Dans le point le plus élevé de leur trajet, les parois des vaisseaux capillaires intermédiaires sont en contact immédiat avec les cellules du tissu aréolaire qui les entourent. Bien que le diamètre de ces capillaires soit généralement uniforme, ils présentent cependant quelques dilatations sur les pièces injectées.

» Si l'on fait sur une dent une coupe qui comprenne à la fois la pulpe et l'ivoire, on verra que c'est dans les cellules les plus élevées de la première que se déposent les sels calcaires qui donnent à la portion de la dent où cette opération s'est accomplie la dureté et les autres caractères physiques auxquels elle doit le nom d'ivoire. Plusieurs de mes préparations offrent des exemples remarquables de cette transformation. Quand on examine avec un grossissement de quatre à cinq cents fois les dernières cellules de la pulpe, on y remarque une disposition toute spéciale et qui les fait ressembler aux nervures d'une feuille morte et desséchée.

» Si nous examinons une partie de la dent où l'ossification est complète,

il est impossible de ne pas reconnaître que l'ivoire a réellement été formée dans la trame que lui a fournie la pulpe. Ces préparations, en effet, nous permettent de distinguer, par la demi-transparence des sels calcaires, non-seulement les parois des cellules, qui, formées de matière animale, sont moins transparentes que les parties salines, mais même le corpuscule (*nucleus*) de chaque cellule, lequel, incrusté aussi de matière calcaire, offre des différences remarquables, suivant que la coupe de la dent a été transversale ou longitudinale. Cette disposition m'a amené à expliquer par une illusion d'optique la méprise des observateurs qui, ayant distingué, par la section longitudinale de la dent, des lignes moins transparentes ou noires, avaient cru y reconnaître des *canalicules*, tandis qu'en réalité, la présence de ces lignes noires n'est que le résultat de la moindre transparence des corpuscules de matière animale qui, dans la section longitudinale, se trouvent disposés en séries, ou sous forme de chapelet. C'est à ces séries de corpuscules contigus que j'ai donné le nom de *fibres*, parce qu'elles représentent en effet ce que l'on désigne sous ce nom dans les autres appareils ou tissus.

» Je ne reproduirai pas ici les preuves que j'ai rapportées dans mon Mémoire à l'appui de cette explication; il en est une cependant qui est si frappante, que je vais l'indiquer en peu de mots : si l'on traite par les acides une préparation où se trouvent ces prétendus canalicules, que l'on suppose creusés dans la matière calcaire, et qu'après que toute cette matière aura été détruite, on examine de nouveau la préparation, on reconnaîtra encore la présence de la ligne noire, mais évidemment produite par une série de corpuscules de matière animale.

» L'ivoire n'est donc pour moi qu'une portion de la pulpe ossifiée, et dans laquelle la différence de transparence des divers éléments qui la composent permet de distinguer les parois des cellules et les corpuscules que chacune d'elles contient. L'ivoire rentre donc, d'après mes recherches, dans le domaine des lois organiques que Schwann a le premier tracées avec tant d'habileté et que d'autres ont adoptées depuis. Cependant, tout en rendant hommage à l'exactitude et à la grandeur des vues auxquelles s'est élevé le physiologiste allemand, je crois devoir signaler la différence qui existe entre un énoncé général, comme celui de Schwann, et les résultats positifs auxquels m'ont amené des recherches minutieuses sur ce point de la science dont Schwann ne s'est point occupé d'une manière spéciale. Son ouvrage ayant été publié à l'époque où j'adressai mes premières communications au congrès de Birmingham, je n'avais pu en avoir connaissance.

» Quant au mode de nutrition et d'ossification de l'ivoire, comme il résulte de mes plus parfaites injections qu'aucun vaisseau sanguin ne pénètre dans cette substance, j'explique ces deux actes fonctionnels par l'exosmose d'un fluide apporté par les vaisseaux sanguins qui se trouvent en contact immédiat avec les parois des cellules.

» J'ai fait les mêmes observations et obtenu les mêmes résultats dans l'étude de l'émail et du cément, et, dans ces divers produits, j'ai toujours retrouvé la même organisation celluleuse que dans la pulpe et l'ivoire, mais avec de nouvelles modifications.

» La disposition des cellules de l'ivoire, de l'émail et du cément varie dans les différentes séries d'animaux, mais reste la même dans chaque espèce. J'en dirai autant de la direction des fibres de l'ivoire, qui rayonnent vers la surface dans des directions différentes, suivant les diverses espèces d'animaux. L'organisation des différentes parties de la dent offre donc au zoologiste un nouveau moyen pour distinguer les animaux de différentes espèces, et ce moyen n'est pas applicable seulement à celles qui se trouvent actuellement à la surface du globe, mais encore aux espèces dont les restes ont été conservés à l'état fossile. Tout dernièrement j'ai eu l'occasion de faire l'essai de cette méthode, et de reconnaître son utilité par l'examen d'une collection de fossiles apportés d'Amérique en Angleterre par M. Kock. Ces fossiles, qui semblaient se rapprocher de ceux des mastodontes, avaient été rapportés à une seule espèce. Le professeur Grant, mon ami, ayant cru y reconnaître les restes de cinq espèces différentes, me proposa de les examiner par la méthode dont je viens de parler, et, en effet, l'examen de l'organisation intime des dents de ces fossiles me fit arriver à la même conclusion. J'ai communiqué les résultats de cette investigation à la Société géologique de Londres, dans les *Transactions* de laquelle ils seront probablement publiés, et le professeur Grant se propose de les reproduire dans l'ouvrage qu'il prépare sur ce groupe important d'animaux. »

MÉDECINE. — *De la nature des affections dites* typhoïdes, *considérées comme entéro-méningites; par* M. **Pascal.**

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Breschet.)

D'après les faits exposés dans son Mémoire, l'auteur se croit autorisé à conclure :

« Que la *fièvre typhoïde* (*fièvre putride* ou *adynamique* des anciens) est une *entéroméningite;*

» Que cette affection, compliquée, présente trois périodes distinctes, savoir :

» 1°. Une *période* caractérisée par la *subinflammation des follicules intestinaux,* dite *état folliculaire,* durant laquelle les digestions sont incomplètes, mauvaises, troublées et accompagnées d'*entérorrhée.*

» 2°. Une *deuxième période,* caractérisée par le développement de la *phlegmasie intestinale* sur les tissus *subinflammés;* en un mot, par la *superposition de l'entérite aiguë à l'état folliculaire* existant.

» Dans cette *période,* les phénomènes développés donnent naissance à ce qu'on appelle vulgairement une *fièvre grave,* dont la solution organique est l'*ulcération* des *follicules,* ou des plaques folliculeuses.

» 3°. Enfin, la *troisième période* est caractérisée par l'*addition de la méningite subaiguë à l'entérite greffée* sur l'*état folliculaire.* C'est à partir de cette époque que commence l'*état typhoïde.*

» Pour chacun de ces trois états, ajoute M. Pascal, il y a des indications particulières auxquelles il faut avoir égard, et dont l'expérience nous a, d'ailleurs, confirmé les avantages.

» 1°. Pendant la durée de l'état *folliculaire simple* ou de l'*entérhorrée,* nous avons constaté le bon effet des astringents unis au régime spécial des affections intestinales: ce régime consiste dans la diète pour l'état aigu; et pour l'état chronique, dans l'usage d'aliments qui ne donnent point de résidu.

» 2°. Pendant toute la durée de l'entérite entée sur l'état folliculaire, nous avons reconnu la nécessité du traitement antiphlogistique appliqué dans toute sa précision. Il s'agit alors d'extirper en quelque sorte l'irritation désorganisatrice qui tend à s'établir dans le canal digestif.

» 3°. Quand les phénomènes typhoïdes qui signalent la méningite se déclarent, il faut agir avec promptitude et vigilance par les calmants intérieurs, par les antiphlogistiques locaux, et par les révulsifs sur les membres.

» Les applications de sangsues à la base du crâne doivent être faites avec réserve et persévérance; l'abus de ces applications peut avoir ses dangers. Les révulsifs, d'abord appliqués aux membres, peuvent être rapprochés du crâne quand l'affection des méninges ne cède pas. Nous nous sommes bien trouvé, dans mainte circonstance, de l'application d'un vésicatoire au sinciput, qui constitue une révulsion très-directe et assez efficace.

» Il n'est point dans notre objet d'entrer dans les détails des moyens que réclame l'absorption par l'intestin malade, ulcéré, des fluides qui vi-

cient la masse du sang. Pour combattre la colliquation, les *pétéchies*, les *taches* dites *pétéchiales* ou *scorbutiques*, et pour prévenir l'action septique de ces fluides sur les centres nerveux, nul doute que, dans certains cas, l'usage des minoratifs ne puisse être utile; mais à côté de l'avantage de hâter l'expulsion des fluides irritants contenus dans le canal intestinal, se trouve le danger d'accroître, par ces excitants directs, l'irritation déjà existante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'état naturel du sucre dans l'économie végétale; par* M. J. **Rossignon**.

(Commissaires, MM. Biot, Thenard, Pelouze, Payen.)

Dans ce Mémoire, l'auteur s'occupe des modifications que subit la matière sucrée dans l'organisme végétal vivant; il recherche si la diastase entre pour quelque chose dans la formation du sucre incristallisable, et s'il est possible de confondre le sucre incristallisable proprement dit avec la glucose. Enfin une partie de son travail est relative à la présence du sucre dans les parenchymes amylacés, et à celle de l'amidon dans les liquides sucrés que présentent, à des époques déterminées, certaines parties des végétaux.

CHIMIE. — *Analyse des carbonates ammoniacaux de zinc et de magnésie, avec quelques observations sur les carbonates de ces bases; par* M. **Favre**.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

MÉCANIQUE. — *Nouvelle Note sur les forces centrales; par* M. **Passot**.

(Commission précédemment nommée.)

Dans cette Note, l'auteur se propose de prouver que « dans le calcul de la force centrale du mouvement elliptique et circulaire, si l'on veut avoir l'expression de la loi de variation de la force en termes finis, le temps ne peut être pris pour la variable indépendante. »

MÉDECINE. — *Emploi de l'ammoniaque et du nitrate acide de mercure dans le traitement de la paralysie;* Mémoire de M. **Ducros.**

(Commission précédemment nommée.)

M. **Guérin-Méneville** soumet au jugement de l'Académie un travail qui doit être joint à l'Atlas d'histoire naturelle qu'il a fait paraître de 1828 à 1837, sous le titre d'*Iconographie du règne animal de Cuvier,* et qui servira de texte explicatif à cette publication.

« Dans ce travail, dit l'auteur, je ne me suis pas borné à la simple explication des figures: je donne un grand nombre de renseignements synonymiques; je rapporte les travaux qui ont été faits depuis la publication du *Règne animal;* je fais connaître un grand nombre de genres nouveaux, d'espèces inédites, surtout dans les animaux articulés, et je tiens ainsi les lecteurs au courant des progrès de la zoologie.»

(Commissaires, MM. Duméril, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Milne Edwards.)

M. **Bellaire** adresse, pour le concours au prix de Statistique, un Mémoire ayant pour titre : « *Observations statistiques, topographiques, géologiques, minéralogiques, agricoles, industrielles et commerciales sur la Corse.* »

(Renvoi à la future Commission.)

M. **Lentaigne** soumet au jugement de l'Académie un appareil qu'il a imaginé pour le *filtrage des eaux destinées aux usages économiques.*

(Commissaires, MM. Arago, Serres, Payen.)

M. **Liechty** présente la description et le modèle d'un *dispositif destiné à permettre de dételer les chevaux qui traînent une voiture, dans le moment le plus rapide de sa course.* En appuyant sur l'extrémité d'un levier placé à portée de son pied, le cocher fait lever à la fois les quatre goupilles qui fixaient à la flèche l'extrémité des quatre traits.

(Commissaires, MM. Piobert, Séguier, Francœur.)

M. **Rosselet** présente le modèle d'un *waggon élastique destiné à amortir les chocs sur les chemins de fer quand la locomotive vient à s'arrêter.*

(Commission des chemins de fer.)

M. **Goutt** adresse une Note additionnelle à ses précédentes communications sur les *inconvénients que présente le chauffage par calorifères*.

(Commission précédemment nommée.)

M. **de Spoueck**, officier de cavalerie, M. **Prelat**, arquebusier, et **dix arquebusiers de Paris, collectivement**, écrivent relativement à la présentation qui a été faite, dans la séance précédente, d'un *fusil à chambre tournante*, construit par M. *Devismes*. Le but des trois réclamations est d'abord de prouver que M. Devismes n'a nul droit à se dire l'auteur de ce système, qui a été déjà depuis longtemps l'objet d'un brevet d'invention aux États-Unis, puis d'un brevet d'importation en Belgique; en second lieu, de faire voir que l'apparente simplification que présente ce système, comparé à celui de M. Ph. Mathieu, (la suppression du ressort qui fait tourner les chambres après chaque coup), n'est pas une compensation suffisante pour un inconvénient inhérent au nouveau dispositif, la nécessité d'un grand effort pour faire partir la détente, effort qui ne peut que nuire beaucoup à la justesse du tir.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen des armes présentées par M. Mathieu.)

M. **Mercier** écrit relativement aux remarques faites par M. *Leroy d'Etiolles*, sur l'insuffisance de la *sonde à double courant* pour l'*évacuation du sang coagulé contenu dans la vessie*.

« Les objections de M. Leroy d'Étiolles, dit M. Mercier, seraient valables si la sonde à double courant dont je propose l'emploi était l'instrument anciennement connu sous ce nom; celle que j'ai imaginée n'a de commun avec l'autre que d'offrir des voies séparées pour l'entrée et pour la sortie des liquides, et j'ai fait remarquer, dans ma première communication, que, par le jeu de ses deux branches, elle pouvait diviser les caillots et les mettre dans un état convenable pour qu'ils fussent entraînés par le courant du liquide injecté. »

M. **Leroy d'Etiolles** prie l'Académie de se faire rendre compte de l'ensemble des Mémoires qu'il lui a successivement présentés sur *le diagnostic et le traitement des maladies de la prostate*.

La Commission qui avait été nommée à cet effet, à l'époque de la présentation du premier Mémoire, en 1825, étant devenue incomplète,

MM. Roux et Breschet sont adjoints à M. Magendie, seul membre restant de la première Commission.

M. Gannal met sous les yeux de l'Académie deux têtes de bélier préparées par sa méthode, et dont l'une a été depuis revêtue d'une couche de cuivre par M. *Soyer*, au moyen des procédés galvanoplastiques.

(Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. *Cornay*.)

CORRESPONDANCE.

M. Flourens, en présentant, au nom de l'auteur, M. Parchappe, différents ouvrages relatifs aux causes, à la nature et au traitement des diverses espèces d'aliénation mentale (*voir* au *Bulletin bibliographique*), donne une idée des principaux résultats auxquels est arrivé ce médecin.

« *Sexe.* Le volume de la tête est sensiblement plus petit chez la femme que chez l'homme, non-seulement en somme, mais aussi suivant toutes les dimensions. Les mesures prises sur les crânes confirment ce résultat. Le poids du crâne est moindre chez la femme.

» *Age.* L'accroissement ne paraît pas cesser pour la tête à l'époque assignée comme le terme de la croissance générale; il semble, au contraire, continuer graduellement jusqu'à soixante ans.

» L'augmentation de volume porte à peu près exclusivement sur le développement circulaire horizontal de la tête, et principalement sur le développement de la partie antérieure. Elle est principalement due à l'agrandissement des sinus frontaux. Au delà de soixante ans, le volume de la tête diminue.

» Les mesures prises sur les crânes confirment ces données. Le crâne diminue de pesanteur sous l'influence de la vieillesse.

» *Taille.* Les hommes à taille élevée ont la tête plus volumineuse que les hommes de petite stature.

» *Idiotie.* Le volume de la tête est moins considérable chez les idiots et les imbéciles de naissance, que chez les individus à intelligence normalement développée.

» Parmi les imbéciles et les idiots, le degré de l'intelligence n'est pas proportionnel au volume de la tête.

» Il y a pour l'homme un certain volume de la tête qui entre dans les

conditions d'une bonne organisation; mais il n'y a pas de rapport nécessaire entre le volume de la tête et la portée de l'intelligence.

» Voici les moyennes obtenues par des mesures prises sur des individus des deux sexes dont l'intelligence est à l'état normal, et dont l'âge se trouve compris entre trente et cinquante ans pour les hommes, et vingt-cinq et cinquante pour les femmes.

Sur vingt-deux hommes.	Taille $1^m,704$.		Sur dix-huit femmes.
	Diamètre antéro-postérieur	186,8	174,5
	Diamètre latéral	142,2	136,2
Plan vertical.	Courbe antéro-postérieure	347,5	340,5
	Courbe latérale	356,7	340,5
Plan horizontal.	Courbe antérieure	301,8	288,2
	Courbe postérieure	277,8	249,5
		1612,8	1529,4

» *Sexe.* Le poids de l'encéphale, comparé chez quatre-vingt-quatorze individus des deux sexes, a été, en moyenne, sensiblement plus considérable chez les hommes.

» *Age.* Les observations de l'auteur tendent à établir que l'accroissement de l'encéphale continue jusqu'à l'âge de quarante ans, et à reculer jusqu'à soixante-dix ans le commencement de la période de décroissement.

» *Taille.* Dans les deux sexes, l'encéphale est sensiblement plus pesant en raison de la taille.

» L'intelligence n'est pas absolument proportionnelle à la masse de l'encéphale entier.

» Elle paraît être proportionnelle à la masse des hémisphères, surtout si l'on tient compte de l'étendue de la surface dont le volume n'est qu'un élément, et qu'influencent surtout le nombre et la profondeur des circonvolutions.

» Il n'y a point d'altération de l'encéphale qui puisse être considérée comme une condition essentielle de l'aliénation mentale.

» Les altérations principales de l'encéphale dans l'aliénation mentale sont les suivantes :

» Échymose sous-arachnoïdienne et injection partielle de la surface corticale, avec ou sans ramollissement;

» Ramollissement étendu de la partie moyenne de la couche corticale;

» Adhérence de la pie-mère à la surface cérébrale;

» Coloration rose, lilas, violette, de la couche corticale;

» Atrophie des circonvolutions cérébrales;

» Dureté du cerveau. »

M. **Flourens** présente également, au nom de l'auteur, M. *Delle Chiaje*, des recherches sur le système nerveux des Mollusques, et un Rapport sur un travail de M. *Nicolucci*, relatif à l'anatomie des salamandres aquatiques.

CHIRURGIE. — *De la ponction et des injections stimulantes, dans le traitement des hydropisies et des épanchements sanguins des* cavités closes *du corps humain et des animaux domestiques; par* M. **Velpeau.**

« Occupé depuis longtemps d'un grand travail sur la nature, le développement, les usages et les maladies des *cavités closes,* naturelles ou accidentelles, qui se trouvent en si grand nombre dans l'économie animale, je viens communiquer aujourd'hui l'un des résultats thérapeutiques auxquels je suis arrivé à cette occasion.

» A l'aide d'une simple piqûre et d'une injection iodée, je fais naître dans les cavités susmentionnées une irritation qui ne devient jamais purulente, et qui guérit radicalement la collection dont elles étaient le siége.

» J'ai guéri de la sorte non-seulement des *kystes séreux,* mais encore des *kystes sanguins,* des *kystes colloïdes,* de presque toutes les régions du corps.

» En attendant qu'il me soit donné de soumettre l'ensemble de mes recherches à l'Académie, je demande la permission de mentionner, dès à présent, quelques faits relatifs aux goîtres et aux hydropisies articulaires.

» La tumeur appelée *goître* est souvent formée de kystes remplis ou de sérosité, ou d'un liquide noirâtre. J'ai essayé cinq fois l'injection iodée en pareil cas, et les cinq malades sont guéris sans avoir éprouvé le moindre accident.

» Dans les *hydarthroses* ou hydropisies articulaires, l'opération semblait devoir être plus grave. De deux malades que j'y avais soumis, il y a un et deux ans, l'un est guéri et l'autre s'en est mal trouvé. M. le docteur Bonnet, de Lyon, ayant eu connaissance de mes premières tentatives par une thèse soutenue à la Faculté de Médecine de Strasbourg, les a répétées trois fois déjà, et deux fois avec succès. Dirigé par de nouvelles vues scientifiques, je les ai reprises récemment, après avoir simplifié encore l'opération, et tout indique que bientôt il sera aussi facile de guérir les hydarthroses que l'hydrocèle, par les injections iodées.

» En attendant que je puisse lire un Mémoire détaillé sur ce sujet, je suis en mesure de montrer, à l'hôpital de la Charité, quatre cas qui confir-

ment ma proposition. C'est dans le genou que j'ai fait mes injections. Les malades ne se sont plaints de douleur que pendant quelques heures; aucun d'eux n'a été pris de fièvre, et la résolution du mal se fait, chez tous, avec une grande rapidité. »

M. **Galy-Cazalat** rappelle, à l'occasion d'une communication récente sur les derniers travaux exécutés au puits de Grenelle, une Lettre qu'il avait adressée à l'Académie le 29 novembre 1841, et dans laquelle il indiquait un moyen de prévenir le dégorgement des corps solides entraînés par le courant ascendant du puits de Grenelle. Voici dans quels termes il s'exprimait alors :

« Le transport des terres et du sable étant produit par la rapidité du courant, le dégorgement des corps solides cessera dès que la vitesse d'écoulement sera convenablement diminuée.

» A cet effet, il suffira d'élever convenablement au-dessus du sol les tuyaux par l'orifice desquels l'écoulement s'opère. Par cette élévation, la masse d'eau fournie deviendra moindre, mais elle sera débarrassée des solides plus pesants, et portée à une hauteur proportionnellement plus grande. »

M. **Arago** fait remarquer, à l'occasion de cette communication, que les ingénieurs chargés de la construction des puits forés avaient constaté de tout temps que le sable entraîné par les eaux souterraines, dans leur mouvement ascensionnel, était d'autant plus fin que le dégorgement s'opérait plus haut. Cela était devenu particulièrement remarquable au puits de Grenelle. Si ce moyen d'obtenir des eaux limpides n'avait pas été jusqu'ici mis en pratique à Paris, c'est qu'on voulait tenter une méthode qui aurait conduit au même résultat d'une manière certaine et sans diminuer le volume de l'eau; c'est que d'ailleurs, comme l'expérience l'avait montré. avant que les eaux se fussent creusé dans la masse d'argile un canal dirigé vers l'extrémité inférieure du trou foré, une hauteur de tubes de 26 mètres au-dessus de la surface du sol ne suffisait pas pour produire et assurer la limpidité du liquide. L'expédient actuel doit donc être considéré comme un pis-aller, commandé par l'accident dont il a été rendu compte à l'Académie.

M. **Guyon** adresse des échantillons d'une plante que les Arabes de l'Algérie emploient comme purgatif, et qu'ils désignent sous le nom de *Bonnefa* :

c'est le *Thapsia garganica* de Desfontaines, dans lequel M. Guyon croit reconnaître le *sylphion* des anciens.

M. Longchamp adresse, comme pièce à consulter par la Commission chargée de faire un Rapport sur le *rouleau compresseur de M. Schattenmann*, une Notice imprimée sur l'emploi de cet appareil, et sur quelques modifications qu'il serait, suivant lui, avantageux d'apporter au procédé opératoire indiqué par l'inventeur.

La séance est levée à cinq heures un quart. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 13; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; juillet et août 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; septembre 1842; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; mars 1842; in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges; tome IV, 3e cahier; in-8°.

Voyage dans l'Inde; par M. V. JACQUEMONT; 42e et 43e livr.; in-4°.

Nouvelles opinions sur les phénomènes, la marche, la cause et le siége de la Goutte, et nouvelle méthode curative pour guérir radicalement cette maladie; par M. BIZET (de Brest); 1842, in-8°.

Actes de l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux; 4e année, 2e trimestre; in-8°.

Recueil de Mémoires et d'Observations de Physique, de Météorologie, d'Agriculture et d'Histoire naturelle; par M. le baron D'HOMBRES-FIRMAS; Nismes, 1841; in-8°.

Observations pour servir à la Météorologie d'Abbeville; par M. BRION; Abbeville, in-8°.

Société d'Émulation du département des Vosges; avril 1842; in-8°.

Recherches statistiques sur les causes de l'Aliénation mentale; par M. PARCHAPPE; in-8°.

Recherches sur l'Encéphale, sa structure, ses fonctions et ses maladies; par le même; in-8°.

Traité théorique et pratique de la Folie; par le même; in-8°.

Rapport sur le service médical de l'asile des aliénés de Saint-Yon, pendant l'année 1840; *par* le même; in-8°.

Rapport sur le service médical de l'asile des aliénés de Saint-Yon, pendant l'année 1841; *par* le même; in-8°.

Monographie des Érotyliens, famille des Coléoptères; par M. LACORDAIRE; in-8°.

Journal de Chimie médicale; octobre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles, septembre 1842; in-8°.

Le Mémorial, revue encyclopédique des Sciences; août 1842; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; septembre 1842; in-8°.

Revue zoologique; par M. GUÉRIN-MÉNEVILLE; n° 9; septembre 1842; in-8°.

Programme des Cours professés à l'Institution royale agronomique de Grignon; par M. PHILIPPAR; in-8°.

Académie royale de Bruxelles. Bulletin de la séance du 6 *août* 1842; in-8°.

Ueber das... *Sur la Géologie de la Sierra Nevada et de la montagne de Jaën, dans l'Espagne méridionale; par* M. HAUSMANN; Gottingue, 1842; in-4°.

Nuovi Saggi... *Nouveaux Essais de l'Académie impériale et royale des Sciences, Lettres et Arts de Padoue;* vol. V; in-4°.

Elementi... *Éléments des Sciences physico-chimiques; par* le R. P. JEAN-BAPTISTE PIANCIANI; vol. Ier; Naples, 1840; in-8°.

Di alcune... *Sur quelques os fossiles trouvés à Rome ou dans les environs, et conservés dans le Muséum Kircherianum;* in-8°. (Extr. du *Giornale Arcadico*, tome LXVII.)

Esperienze... *Expériences et conjectures sur la force magnétique; par* le même; in-4°. (Extrait du tome XXII des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Modène.*)

Saggio... *Essai d'application du principe de l'induction électro-dynamique aux phénomènes électro-physiologiques, et particulièrement ceux de la Torpille; par* le même; in-4°. (Extr. du même Recueil, même volume.)

Il Filocamo... *Journal médico-scientifique et Journal d'éducation;* nos 12 et 13; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 40.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 115 à 117.

L'Expérience; n° 274.

L'Écho du Monde savant; n° 25 (9e année) et table.

L'Examinateur médical; tome III, n° 7.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE OPTIQUE. — *Sur le degré de précision des caractères optiques dans leur application à l'analyse des matières sucrées, et dans leur emploi comme caractère distinctif des corps; par* M. Biot.

« Depuis la dernière communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, une question, à la fois de chimie et de physique, m'a été adressée par des négociants, MM. Say frères et Duméril fils, qui ont à Paris un grand établissement de raffinage, où les méthodes d'exploitation les plus parfaites sont appliquées avec une rare intelligence. Ces messieurs ont, depuis plusieurs mois, employé les caractères optiques pour étudier les détails successifs de leur fabrication; et ils l'ont fait avec une sagacité comme avec une exactitude d'observation qui m'ont surpris. Dans un des derniers entretiens que j'ai eus avec eux, ils m'ont demandé si le pouvoir rotatoire du sucre en pain le mieux préparé ne devait pas être moindre que celui du sucre candi cristallisé régulièrement. Je leur re-

pondis aussitôt que la dissemblance du mode d'agrégation ne changeait pas l'intensité de l'action moléculaire, et qu'ainsi ces deux pouvoirs devaient être égaux. Mais une réflexion plus attentive me fit ensuite soupçonner que ces deux états du sucre pourraient bien réellement occasionner quelque différence dans son action sur la lumière; tant à cause des traces de sirop non cristallisé qui resteraient interposées entre les cristaux du sucre en pains, qu'à cause de l'union peut-être plus ou moins intime de ceux-ci avec l'eau de cristallisation. Je jugeai donc utile de décider cette question par des expériences précises. Déjà ces messieurs, après notre entrevue, l'avaient résolue eux-mêmes autant que cela était nécessaire pour leurs opérations. Car ils avaient trouvé, par une expérience comparative, qu'à densités égales des solutions, le sucre candi le plus pur, et leur sucre en pain de belle qualité, agissaient sur la lumière avec des intensités si approximativement égales qu'on n'y apercevait pas de différence dont on pût répondre. Cette indication était exacte, et elle attestait plus que suffisamment la bonté commerciale des produits fabriqués. Mais, sous le point de vue scientifique, il était essentiel de constater jusqu'à quel point elle était rigoureuse; et, dans le cas où l'on parviendrait à découvrir entre les deux actions quelque différence perceptible, il fallait tâcher de la mesurer, puis en rechercher la cause. Tel a été le but des expériences suivantes.

» Des morceaux de sucre en pains très-beau (1), et des cristaux de sucre candi extrêmement purs, ont été séparément broyés, mais non pas triturés complétement. Leurs débris ont été ensuite tenus pendant vingt-quatre heures dans une étuve à la température d'environ 50° R., pour les amener à un même état de dessiccation. J'en ai alors formé des solutions A, B, exactement dosées, en proportions presque égales, que j'ai observées successivement dans un même tube de verre, afin de rendre toutes les circonstances de leur comparaison aussi semblables qu'il était possible. Les résultats qu'elles ont présentés sont réunis dans le tableau suivant.

---

(1) Ce sucre était de la variété que l'on appelle dans le commerce *belle sorte*. C'est la plus belle qualité de sucre en pains généralement employée pour la consommation.

TABLEAU A.

DÉSIGNATION de la matière observée, et date de l'expérience.	SA PROPORTION pondérale dans l'unité de poids de la solution. ε	DENSITÉ de la solution, celle de l'eau distillée étant prise pour unité. δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètr. l	DÉVIATION de la teinte bleu violacé, observée à l'œil nu. α	REMARQUES DIVERSES.
Sucre en pains. 2 oct.	0,333984	1,14584	147,75	+42°10	Aussitôt après la formation complète de la solution et son filtrage à travers un filtre pesé.
— réobserv. le 4....	"	"	289,00	80,625	Le flacon était en partie rempli d'air et avait été débouché plusieurs fois.
Sucre candi. 3 oct.	0,332022	1,143043	147,75	42,100	Aussitôt après la formation de la solution et son filtrage dans un filtre pesé.
— réobserv. le 4....	"	"	289,00	81,000	Le flacon était en partie rempli d'air et avait été débouché plusieurs fois.

» Le seul aspect de ces nombres montre déjà que, s'il y a une différence moléculaire entre nos deux échantillons de sucre, elle doit être bien petite; et l'on ne peut espérer d'en constater la réalité, ainsi que le sens, qu'en combinant par le calcul les éléments de dosage des deux solutions, de manière à établir une comparaison théorique très-exacte entre leurs effets. Pour cela, je désigne par un seul accent les données relatives au sucre en pains, et par deux celles du sucre candi; puis, raisonnant dans l'hypothèse de leur identité, je forme avec les éléments de chaque solution l'expression du pouvoir moléculaire $[\alpha]$, qui résulterait de chaque déviation observée. Alors, en désignant par m le facteur numérique qui réduirait ces déviations à celle du rayon rouge pris pour type, on aura, d'après la théorie générale de ce genre de phénomènes (*Comptes rendus*, t. XV, p. 621),

$$[\alpha] = \frac{m\alpha'}{l'\varepsilon'\delta'}, \quad [\alpha] = \frac{m\alpha''}{l''\varepsilon''\delta''}.$$

Je prends le facteur m le même pour les deux déviations, parce qu'elles sont observées de la même manière; il faut en outre faire l'' égal à l', puisque le même tube a été successivement employé pour les deux solutions que l'on comparait. Alors l'égalité supposée des deux $[\alpha]$ donne

$$\frac{\alpha'}{\varepsilon'\delta'} = \frac{\alpha''}{\varepsilon''\delta''}, \text{ conséquemment } \alpha' = \alpha''.\frac{\varepsilon'\delta'}{\varepsilon''\delta''};$$

alors si l'on calcule le rapport $\frac{\epsilon'\delta'}{\epsilon''\delta''}$ d'après les éléments de dosage qui sont donnés, on trouve

$$\alpha' = 1,00837.\alpha'' = \alpha'' + 0,00837.\alpha''.$$

Ainsi, en prenant la déviation α'' qui a été observée dans chaque tube pour le sucre candi, on connaîtra par cette formule la déviation correspondante α' que la solution de sucre en pains aurait dû produire, si ce second sucre eût été identique à l'autre. On voit que la déviation α' aurait dû toujours surpasser α'' dans cette supposition d'identité, et cet excès aurait dû avoir les valeurs suivantes, que je compare aux déviations α' observées.

TABLEAU B.

LONGUEUR du tube d'observation en millimètres.	DÉVIATION α'' observée pour la solution de sucre candi.	VALEUR du produit 0,00837 α''.	SOMME des deux colonnes précédentes ou valeur de la déviation α' calculée pour la solution de sucre en pains.	La même observée.	EXCÈS de la valeur de α' calculée.
147,75	+ 42° 10	+ 0° 352	+ 42° 452	+ 42° 10	+ 0°352
289,00	+ 81,00	+ 0,678	+ 81,678	+ 80,625	+ 1,053

» On voit que, dans les deux expériences, la déviation opérée par la solution de sucre en pains a été trouvée un peu plus faible qu'elle n'aurait dû l'être d'après son dosage, dans la supposition d'une identité parfaite de la substance active; ou, en d'autres termes, le sucre en pains s'est montré ici un peu moins énergique que le sucre candi. Mais la différence est si petite, qu'il faut mettre beaucoup de soin dans les pesées, ainsi que dans les mesures de déviation, pour être assuré qu'elle est réelle. Une variation soudaine dans l'éclat de l'atmosphère suffirait pour produire des différences du même ordre que celles qui sont ici exprimées dans la dernière colonne, si l'on n'avait pas la précaution d'éviter cette dissimilitude de circonstances dans les observations comparatives.

» Ce résultat offrait ainsi une excellente épreuve de la délicatesse des procédés optiques. C'est pourquoi j'ai voulu le constater d'une autre manière, au moyen de la méthode d'inversion par les acides. Cela était nécessaire aussi pour connaître la nature du sucre incristallisable qui devait exister dans le sucre en pains, et affaiblir relativement son action spécifique.

J'ai appliqué pour cela l'acide hydrochlorique aux solutions A, B, le jour même de leur formation; et, en opérant par volumes, comme nous l'avons fait, M. Soubeiran et moi, pour l'analyse du suc de maïs, j'ai obtenu les résultats rassemblés dans le tableau suivant, qui est tout à fait pareil aux tableaux F et G, rapportés à la page 536 du tome XV des *Comptes rendus*, dont la formation ainsi que l'usage ont été expliqués alors avec détail. Pour plus d'exactitude, j'ai employé comme déviations primitives celles qui avaient été observées dans le tube de $147^{m},75$ immédiatement après la liquéfaction complète des deux solutions, afin d'éviter le soupçon qu'on pourrait avoir que, dans l'intervalle de ce jour-là au lendemain, il s'y fût formé spontanément quelque nouvelle petite quantité de sucre incristallisable, additive à leur premier état.

TABLEAU C. — *Expériences d'inversion faites comparativement sur les solutions A, B, formées avec le sucre de canne en pains, et avec le sucre de canne candi en cristaux isolés.*

NATURE de la solution observée.	Sa densité relativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube dans lequel la solution a été observée primitivement, exprimée en millimètr. l	AZIMUT de déviation de la teinte bleu violacé ou violet bleuâtre. α	LONGUEUR du tube dans lequel le mélange acide a été observé, exprimée en millimèt. l'	DÉVIATION de la teinte bleu violacé transportée dans cette liqueur par la loi de proportionnalité. α'	NATURE de l'acide introduit dans la liqueur primitive.	RAPPORT de dilution de la solution primitive dans ce mélange.	DÉVIATION produite par la solution primitive dans le tube l' à cet état de dilution. α''	DÉVIATION intervertie observée dans cette même longueur l'. α'''	RAPPORT d'inversion conclu. $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$
Sucre en pains....	1,14584	147,75	+ 42°10	333	+94°8853	hydrochloriq.	$\frac{8}{9}$	84°3425	— 33°10	—0,39245
Sucre candi en cristaux...........	1,14304	147,75	42,10	333	94,8853	hydrochloriq.	$\frac{8}{9}$	84,3425	— 32,15	0,38110

» Pour analyser les conséquences de ces observations, il faut leur appliquer le mode de calcul qui a été expliqué dans le Mémoire sur les sucs de maïs, page 537 du tome XV des *Comptes rendus*. Soit S la portion de la déviation totale α'' qui est produite par le sucre cristallisable pur contenu dans chaque solution, et D la portion de cette même déviation produite par le sucre quelconque non intervertible qui est associé au cristallisable. Désignons généralement par $-r'$ le rapport d'inversion propre à ce dernier, et par $-r''$ la valeur observée de ce rapport dans la solution complexe. On aura les deux équations

$$S + D = \alpha'', \qquad -r' S + D = -r'' \alpha'',$$

ce qui donne par l'élimination

$$S = \left(\frac{1 + r''}{1 + r'}\right) \alpha'' = \alpha'' + \frac{(r'' - r')}{1 + r'} \alpha'', \qquad D = -\frac{(r'' - r')}{(1 + r')} \alpha''.$$

» Les expériences que j'ai faites antérieurement sur le sucre candi le plus pur que j'aie pu me procurer m'ont donné, en moyenne, r' égal à $0^m,38$; et ce nombre se trouve encore confirmé ici par l'observation relative à ce même sucre. Si nous l'adoptons comme suffisamment exact, il n'y aura qu'à l'associer aux valeurs particulières de r'' obtenues pour chacune des solutions que nous voulons considérer, il en résultera :

Pour la solution de sucre en pains..... $S = \alpha'' + 0,0090\,\alpha''$, $D = -0,0090\,\alpha''$;
Pour la solution de sucre candi...... $S = \alpha'' + 0,0008\,\alpha''$, $D = -0,0008\,\alpha''$.

Ainsi, d'après ces nombres, 100 degrés de déviation produits par le sucre en pains se composeraient de $100°,9$ dus à du sucre cristallisable, et de $-0°,9$ dus à du sucre non cristallisable, exerçant la déviation vers la gauche. La solution de sucre candi contiendrait aussi quelque trace de ce même sucre non cristallisable, mais l'effet n'en serait pas appréciable sur une déviation de 100 degrés. Le premier de ces résultats concorde avec le rapport absolu des déviations, qui a été trouvé plus faible pour le sucre en pains que pour le sucre candi, à égalité de masse. On peut donc légitimement l'admettre ; mais, quant au sucre candi, l'excessive petitesse de D tombe dans les limites d'erreurs que comportent les observations faites avec le plus de soin, et l'on ne peut en répondre.

» Ces déterminations reposent évidemment sur la valeur 0,38, attribuée au coefficient d'inversion; et si on le faisait notablement plus fort ou plus faible, la proportion de sucre incristallisable, que nous trouvons ici très-petite dans les deux solutions, en résulterait numériquement plus considérable ou moindre, ou de sens inverse. Donc, réciproquement, si l'extrême petitesse de cette proportion pouvait être établie sur quelque autre épreuve physique, l'exactitude du nombre 0,38 en recevrait une vérification très-délicate. Le réactif si sensible découvert par M. Frommer convient admirablement pour ce but.

» On sait que le caractère spécifique sur lequel il se fonde consiste en ce que toutes les matières sucrées non cristallisables réduisent avec une excessive facilité les sels de cuivre dissous dans une liqueur alcaline que l'on porte pendant un instant à l'ébullition; au lieu que le sucre cristalli-

sable, soumis à la même épreuve, ne produit aucun trouble dans cette liqueur. Si l'on applique à ce caractère les principes généraux d'appréciation judicieusement établis par M. Chevreul, on trouvera sans doute qu'il a l'inconvénient de n'être pas primordial, puisqu'il se manifeste par décomposition; et, en cela, il est d'un ordre inférieur aux propriétés optiques, qui sont inhérentes aux particules mêmes, dans leur état actuel de combinaison ou de liberté. Son usage exige, en outre, certaines réserves. Car l'acte seul de l'ébullition dans l'eau, quelque peu prolongé, transforme aussi le sucre cristallisable en incristallisable, comme MM. Pelouze et Malagutti l'ont fait voir; et ce sucre modifié, agissant sur les sels de cuivre, ferait supposer qu'il préexiste, lorsqu'il ne serait qu'un produit de décomposition. Mais, quand le procédé est employé par des mains habiles, avec les précautions nécessaires pour éviter cette cause d'erreur, la délicatesse de ses indications est presque incroyable. C'est pourquoi, désirant m'assurer tous ses avantages, j'ai prié M. Pelouze de vouloir bien l'appliquer lui-même aux deux solutions de sucre dont je viens de rapporter l'analyse optique. Il l'a fait avec sa complaisance ordinaire, en ma présence, et je lui ai désigné d'avance la solution de sucre en pains comme étant celle où la présence du sucre incristallisable me paraissait le plus évidemment indiquée. Or il a trouvé en effet qu'elle donnait des indices de ce sucre très-perceptibles au procédé de M. Frommer, au lieu que la solution de sucre candi n'en présentait que des traces à peine sensibles. Le rapport d'inversion 0,38, qui me les avait fait découvrir, ne pouvait donc pas être notablement trop faible. Or il ne pouvait pas non plus être notablement trop fort. Car, si on lui eût seulement supposé pour valeur 0,35, il n'aurait indiqué que peu ou point de sucre incristallisable dans le suc du maïs, où M. Pelouze a constaté aussi son existence évidente par le procédé de M. Frommer. Ces deux épreuves concourent donc pour prouver que le rapport d'inversion 0,38 est très-peu éloigné de la vérité, et peut être employé avec une grande approximation, pour évaluer les proportions de sucre cristallisable existantes dans les solutions où l'on introduit l'acide hydrochlorique en volumes connus. J'en ferai tout à l'heure une application qui confirmera cette conséquence.

» Mais, auparavant, je vais soumettre nos deux solutions précédentes à une nouvelle épreuve. Dans la dernière communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, j'ai établi une formule qui donne la proportion pondérale ε de sucre cristallisable existante dans une solution aqueuse, lorsque l'on a mesuré sa densité δ, et la déviation α qu'elle imprime au rayon

simple pris pour type, à travers un tube dont la longueur en millimètres est l. Cette formule, pour les solutions incolores observées à l'œil nu, est :

$$\varepsilon = 1,4 \frac{\alpha}{l\delta}.$$

Si nous l'appliquons aux deux solutions que nous venons ici de considérer, nous en déduirons, pour chacune d'elles, la valeur de ε, que nous pourrons comparer à l'évaluation de cet élément donnée par la balance. Mais, pour rendre cette comparaison tout à fait exacte, il faut tenir compte d'une circonstance que je n'avais pas, jusqu'à présent, introduite dans les calculs, parce que je ne supposais pas que ce genre d'observation pût être assez précis pour qu'elle y devînt sensible. En se reportant à la page 625 du tome XV des *Comptes rendus*, on verra que le coefficient numérique 1,4, adopté page 633, a été établi d'après des expériences où le sucre candi avait été séché soit à l'air, soit dans une étuve, à la température de 50 degrés centésimaux, mais toujours à l'état de cristaux entiers. Ici, au contraire, les cristaux ont été broyés et réduits en tout petits fragments, dont la dessiccation a été effectuée à la température de 50 degrés Réaumur ou 62 degrés centésimaux. Il est donc infiniment vraisemblable qu'ils ont dû perdre plus d'eau interposée que les cristaux entiers n'avaient fait par une température moindre; et si cela est, le dosage de nos solutions calculé par la formule, d'après les déviations opérées, devra se trouver plus fort que le dosage réel, parce qu'il supposera un sucre contenant plus d'eau que le sucre employé. Or c'est en effet ce qui arrive, comme le montre le tableau suivant, où les valeurs calculées de ε sont rapportées telles qu'elles résultent de chaque observation et comparées à la valeur donnée par la balance. Les valeurs de δ, α, l, prises pour éléments du calcul, sont tirées du tableau A.

TABLEAU D.

	POUR LA SOLUTION de sucre en pains.	POUR LA SOLUTION de sucre candi.
Tube de $147^{mm},75$, valeur calculée de ε....	0,34814	0,34900
Tube de $289^{mm},00$	0,34086	0,34328
Moyenne des deux valeurs calculées de ε.	0,34450	0,34614
Valeurs de ε donnée par la balance.....	0,33398	0,33202
Excès de la valeur de ε calculée........	+ 0,01052	+ 0,01412

» L'excès du dosage calculé par l'ancienne formule est dans le sens que nous avions prévu, et il est à peu près le même pour les deux solutions qui, aussi, avaient été faites en proportions presque semblables. Ceci me fit penser, qu'en complétant l'état de désagrégation des deux sucres, je pourrais obtenir une formule quantitative où le degré de dessiccation serait plus fort et plus exactement défini que dans la première que j'avais donnée. En conséquence, je pris les quantités de l'un et de l'autre qui me restaient encore, et qui avaient seulement subi la première désagrégation; je les pulvérisai complétement dans un mortier de porcelaine parfaitement nettoyé; puis elles furent de nouveau remises pendant vingt-quatre heures à l'étuve, à la température de 50 degrés Réaumur ou 62 degrés centésimaux. Alors j'en ai formé avec soin deux solutions, dosées à peu près dans les mêmes proportions que les premières, et je les ai observées optiquement. Les résultats de cette nouvelle expérience sont contenus dans le tableau suivant, tout à fait semblable au tableau A.

TABLEAU E.

DÉSIGNATION de la substance active observée.	SA PROPORTION pondérale dans l'unité de poids de la solution. ε	DENSITÉ de la solution, celle de l'eau distillée étant l'unité. δ	LONGUEUR du tube d'observation en millimètr. l	DÉVIATION de la teinte bleu violacé, observée à l'œil nu. α	REMARQUES DIVERSES
Sucre en pains pulvérisé et séché à 62° c.	0,333801	1,14638	289	+80°10	
Sucre candi pulvérisé et séché à 62° c.	0,341703	1,15027	289	+82,30	

» Procédant ici comme dans la première expérience, je commence par comparer entre eux les effets des deux solutions, dans la supposition d'identité de la substance active; et puisque les déviations ont été successivement observées de la même manière, dans le même tube, je leur applique la formule de comparaison

$$\alpha' = \alpha'' \frac{\varepsilon' \delta'}{\varepsilon'' \delta''},$$

dans laquelle les lettres affectées d'un ou deux accents s'appliquent respectivement à la première et à la seconde solution. Calculant donc le coefficient numérique de α'' d'après les éléments de dosage que le tableau indique, je trouve d'abord

$$\alpha' = \alpha'' - 0{,}02642\, \alpha''.$$

La déviation α', opérée par la solution de sucre en pains, se trouve ainsi devoir être moindre que la déviation α'', opérée par la solution de sucre candi, comme, en effet, cela s'est réalisé. Pour évaluer le degré de cette concordance, j'attribue à α'' la valeur observée 82°,30, et j'en déduis la valeur théorique de α'. Je trouve ainsi

$$\alpha' = 82°,30 - 2°,17 = 80°,13,$$

au lieu que l'observation a donné

$$\alpha' = 81°,00.$$

Si la différence 0°,87 n'est pas due aux erreurs combinées des deux expériences, elle indiquerait que l'énergie relative des deux sucres aurait été tant soit peu modifiée par la trituration et la dessiccation ultérieure qu'ils ont éprouvées, et le sucre candi en aurait été plus affecté que le sucre en pains.

» Pour apprécier la portée de cette modification, il faut calculer théoriquement les valeurs de ε' et de ε'' par la formule quantitative commune

$$\varepsilon = 1,4\frac{\alpha}{l},$$

comme nous l'avons fait pour les expériences précédentes dans le tableau D, et comparer les résultats de ce calcul à ceux que nous avons obtenus alors. On trouve ainsi

TABLEAU F.

	POUR LA SOLUTION du sucre en pains trituré et pulvérisé.	POUR LA SOLUTION de sucre candi trituré et pulvérisé.
Valeur calculée de ε	0,33847	0,34660
Valeur déterminée par la balance	0,33380	0,34170
Excès de la valeur de ε calculée	+ 0,00467	+ 0,00490

» Ici les deux sucres se montrent encore un peu plus énergiques que les échantillons qui ont servi de base à la formule, puisqu'ils opèrent des déviations égales dans le même tube avec une proportion pondérale un peu moindre; mais ils sont devenus moins énergiques qu'ils ne l'étaient avant d'avoir été complétement pulvérisés et une seconde fois desséchés; car l'excès actuel des ε calculés est notablement moindre qu'il ne l'était dans le tableau D.

» J'ai complété ces épreuves comparatives en appliquant à ces mêmes solutions le procédé de l'inversion par l'acide hydrochlorique. J'ai obtenu ainsi les résultats suivants, qui sont présentés sous une forme pareille à celle du tableau C.

TABLEAU G.

NATURE de la solution observée.	Sa densité relativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube dans lequel la solution a été observée primitivement, exprimée en millimètr. l	AZIMUT de déviation de la teinte bleu violacé ou violet bleuâtre. α	LONGUEUR du tube dans lequel le mélange acide a été observé, exprimée en millimèt. l'	DÉVIATION de la teinte bleu violacé transportée dans cette liqueur par la loi de proportionnalité. α'	NATURE de l'acide introduit dans la liqueur primitive.	PROPORT. de dilution de la solution primitive dans ce mélange.	DÉVIATION produite par la solution primitive dans le tube l' à cet état de dilution. α''	DÉVIATION intervertie observée dans cette même longueur l'. α'''	RAPPORT d'inversion conclu. $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$
Sucre en pains pulvérisé et desséch.	1,14638	289	+ 80°10	333	+92°2952	hydrochloriq.	$\frac{8}{9}$	82°,0402	— 31°9	—0,38883
Sucre candi pulvérisé et desséché.	1,15027	289	82,30	333	94,8301	hydrochloriq.	$\frac{8}{9}$	84,2934	— 33,3	—0,39505

» Ici l'état du sucre en pains se montre sensiblement le même que dans le tableau C, dès premières expériences. Mais le sucre candi paraît s'être quelque peu détérioré par la pulvérisation et la nouvelle dessiccation qu'il a subie. En adoptant, comme nous l'avons fait, le nombre 0,38 pour le rapport d'inversion par l'acide hydrochlorique applicable au sucre cristallisable pur, la formule déjà employée, page 698, décomposera les déviations apparentes de la manière suivante :

Pour la solution du sucre en pains $s = \alpha'' + 0{,}0064\,\alpha''$, $D = -\ 0{,}0064\,\alpha''$;
Pour la solution du sucre candi... $s = \alpha'' + 0{,}0109\,\alpha''$, $D = -\ 0{,}0109\,\alpha''$.

La proportion de sucre incristallisable exerçant la rotation vers la gauche est dans le sucre en pains à peu près la même que précédemment; mais elle paraîtrait avoir sensiblement augmenté dans le sucre candi. Car, pour ce dernier, 100° de déviation apparente vers la droite se composeraient de 101° opérés par du sucre cristallisable pur, et de — 1° produits par du sucre incristallisable, exerçant la déviation vers la gauche, ce qui est une différence conforme à ce que les autres comparaisons annonçaient (1).

(1) J'aurais désiré pouvoir vérifier cette indication par le procédé de M. Frommer, appliqué aux deux solutions *dans leur état récent*. Mais M. Pelouze était alors absent de Paris, et l'épreuve ne put être faite par lui que le 12 octobre, six jours après la confection des deux solutions. Or, malgré le peu d'élévation de la température actuelle, et quoiqu'elles eussent été conservées dans des flacons bouchés à l'émeri, qu'elles

» Pour faciliter la comparaison de tous ces résultats, en ayant égard à la diversité des circonstances qui les ont données, j'ai calculé les valeurs de la constante $\frac{l\varepsilon\delta}{\alpha}$ ou C, relativement au sucre candi, par chacune des expériences précédentes, en prenant pour α la déviation de l'image extraordinaire bleu violacé obtenue par l'observation, et j'en ai déduit le pouvoir moléculaire $[\alpha]$, relatif au rayon rouge simple, considéré comme type. L'expression théorique de ce pouvoir est $\frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$, α étant la déviation propre au rayon rouge. Comme cette dernière est, en moyenne, les $\frac{23}{30}$ de celle que l'on observe à l'œil nu dans les solutions de sucre de canne incolores, $[\alpha]$ se trouve égal à $\frac{23}{30} \cdot \frac{1}{C}$. J'ai joint à ces valeurs celles qui se concluent des deux expériences analogues rapportées dans ma précédente communication, page 625, tome XV des *Comptes rendus;* et j'y ai ajouté aussi celles qui se déduisent de mes premières expériences sur le sucre candi, consignées dans le tome XIII des *Mémoires de l'Académie,* page 119. Tous ces résultats, indépendants les uns des autres, étant mis en rapport avec les circonstances où ils ont été observés, on pourra apprécier l'influence qu'elles ont dû exercer sur l'état du sucre dans chaque expérience; et, en faisant la part de cette influence dans la diversité des nombres obtenus, on pourra juger du degré de précision que ce genre d'observations peut atteindre.

---

remplissaient presque entièrement, je ne doutais pas, d'après d'anciennes expériences du même genre, que cet intervalle de six jours n'eût suffi pour qu'une portion du sucre primitif, très-petite sans doute, mais qui aurait été sensible aux procédés optiques, ne se fût déjà intervertie; de sorte qu'on ne pouvait plus remonter à l'état primitif que par différence. C'est aussi ce que confirma le procédé de M. Frommer. Chaque solution fut successivement éprouvée par M. Pelouze, comparativement à la variété de sucre pulvérisé dont elle dérivait, et voici les résultats qu'il m'a lui-même dictés:

1°. Sucre en pains : traces de sucre incristallisable très-perceptibles dans le sucre solide pulvérisé, et beaucoup plus dans sa solution du 6 octobre.

2°. Sucre candi : mêmes différences entre le sucre solide pulvérisé et sa solution; mais les indices de sucre incristallisable dans celle-ci paraissent relativement plus marqués que dans le sucre en pains.

Ces résultats s'accordent donc encore avec les procédés optiques, autant qu'il était possible d'en juger après l'altération que les deux solutions avaient dû postérieurement subir. Au reste, si l'influence de la trituration sur les cristaux de sucre candi est réelle, je suis porté à croire qu'elle prédispose seulement les particules qui ont été le plus fortement atteintes à s'intervertir plus aisément que les autres, quand elles sont dissoutes dans une eau qui n'est pas complétement à l'abri du contact de l'air, et qui n'a pas été purgée d'air entièrement; car, d'après une expérience de M. Soubeiran, qu'il m'a donné lui-même les moyens de répéter d'ici à peu de jours, le sucre de canne interverti n'existerait avec la rotation à gauche que dans l'état liquide; et, en se solidifiant, il reprendrait la rotation à droite, mais désormais fixe et non intervertible par les acides, précisément comme j'ai depuis longtemps annoncé que cela arrive au sucre contenu dans les raisins.

TABLEAU H.

		VALEUR de la constante C ou $\frac{l\varepsilon\delta}{\alpha}$ pour les solutions incolores de sucre de canne cristallisable, observées à l'œil nu.	VALEUR du pouvoir rotatoire moléculaire du sucre de canne cristallisable, en prenant le décimètre pour unité de longueur 100 [α]
Acad., t. XIII, p. 129.	Sucre candi en cristaux extérieurement secs, mais non dépouillés d'humidité intérieure............	1,3882	+55°,225
Comptes rendus, p. 625.	Sucre candi en cristaux exposés pendant un an à l'air, dans une armoire, à la température moyenne d'environ 15°..................	1,4068	54,498
— p. 625.	Sucre candi en cristaux séchés extérieurement à l'étuve, à une température de 50° centigrades.......	1,3908	55,126
— p. 697.	Sucre candi en cristaux broyés imparfaitement, puis séchés à l'étuve, à la température de 62°.........	1,3319	57,561
— p. 701.	Sucre candi en cristaux triturés et pulvérisés dans un mortier de porcelaine, puis séchés à 62°.........	1,3866	55,547

» En comparant les nombres contenus dans la dernière colonne, on voit que la plus grande énergie de pouvoir rotatoire a eu lieu lorsque les cristaux ont été simplement concassés, puis séchés à l'étuve. Ce pouvoir paraît avoir été un peu affaibli par une nouvelle trituration suivie d'une dessiccation ultérieure. Les autres évaluations ne présentent pas de différences plus grandes qu'on n'en peut attendre d'échantillons différents. La plus grande de leurs discordances est de 1 degré sur une déviation de 55 degrés, et elle répond à un excès d'action spécifique du sucre séché à 62 degrés sur celle d'un échantillon différent séché à l'air, excès qui doit être attribué, au moins en partie, à une plus grande perte d'humidité surabondante. Je laisse aux observateurs à juger de la portion de ces écarts qui peut appartenir au procédé d'observation.

» Parmi les divers états physiques où l'on peut considérer le sucre de canne critallisable, je prendrai, comme terme de comparaison, celui où ses cristaux sont seulement séchés à l'extérieur par une température de 25 ou 30 degrés centésimaux, ce qui le met à peu près dans la condition de consommation habituelle. Alors j'adopterai pour la constante C, la valeur moyenne 1,4, à laquelle j'avais été conduit dans ma précédente communi-

cation, et il en résultera, pour les solutions de cette espèce de sucre, la formule générale suivante, où la déviation α est supposée se rapporter, par observation, ou par réduction, à la teinte de l'image extraordinaire bleu violacé.

Poids absolu de sucre cristallisable contenu dans un litre de la solution $1000\,\varepsilon\delta = 1400\,\frac{\alpha}{l}$,

Proportion pondérale de ce sucre dans l'unité de poids de la solution... $\varepsilon = 1,4\,\frac{\alpha}{l\delta}$;

Pouvoir rotatoire moléculaire évalué, pour le rayon rouge et pour une épaisseur de 1 décimètre .... $100\,[\alpha] = 54°,636$.

» Je compléterai cette recherche par la résolution d'une question qui serait, je crois, fort difficile à traiter par les procédés chimiques, si même elle leur est accessible. Voici en quoi elle consiste :

» Lorsque le sucre, purifié par les opérations du raffinage, s'est pris en masse solide dans les formes où on l'a versé à l'état de liquéfaction, les petits cristaux dont cette masse se compose sont mouillés et imbibés par une portion de la solution primitive, qui reste liquide et contient le sucre incristallisable. Pour enlever celui-ci, on infiltre lentement, à travers la masse solide, de l'eau pure, qui lave les cristaux en dissolvant aussi leur couche superficielle; et, pour obtenir cette condition de lenteur indispensable, on verse l'eau sur des plaques d'argile molle, qui la laissent suinter sur les pains solidifiés: c'est pourquoi cette opération s'appelle le *terrage*. On la réitère plusieurs fois avec des plaques différentes; et le sirop sucré qui s'écoule étant de moins en moins chargé de sucre incristallisable, on le recueille séparément à chaque opération successive, pour le raffiner de nouveau en le réunissant par portions d'une égale pureté.

» Le sucre en pains que j'avais étudié se trouvait dans le dernier état où le lavage prolongé le laisse; et, puisqu'il contenait encore quelques traces de sucre incristallisable, le dernier sirop qui en était sorti devait être sensiblement plus chargé de cette espèce de sucre. MM. Say frères et Duméril ont bien voulu me permettre d'en prendre moi-même un flacon, dans une des cuves fermées où on le recueille, à l'abri du contact de l'air. Je me suis proposé de déterminer, par l'observation optique, les proportions pondérales de sucre cristallisable et de sucre incristallisable qui s'y trouvent contenues, en assignant de plus la nature propre de ce dernier élément dans la liqueur. On va voir que cette analyse se fait très-facilement par nos procédés.

» Pour cela, j'ai d'abord pris la densité du sirop tel que je l'avais re-

cueilli, et je l'ai trouvée égale à 1,33827; puis je l'ai étendu d'eau à volume égal, et j'ai mesuré la déviation qu'il exerçait dans ce nouvel état sur les rayons orangés, à travers un tube d'une longueur donnée. Alors je l'ai mêlé d'acide hydrochlorique en proportion connue de volume; puis j'ai observé de nouveau la déviation qu'il exerçait sur les mêmes rayons orangés, à travers un tube d'une longueur pareillement connue, et j'ai ainsi déterminé son rapport d'inversion. Tous les éléments de l'expérience sont rassemblés dans le tableau I.

TABLEAU I.

Expériences de déviations directe et intervertie, faites sur le dernier sirop écoulé du dernier terrage du sucre de canne en pains (belle sorte), étendue d'eau en volume égal.

NATURE du liquide observé.	Sa densité relativement à l'eau distillée. δ	LONGUEUR du tube dans lequel il a été observé primitivement, exprimée en millimètres. l	Sa couleur à travers le tube.	AZIMUT de déviation de la teinte extraordinaire observée à travers un verre orangé épais. α	LONGUEUR du tube dans lequel le mélange acide a été observé, exprimée en millimètres. l'	DÉVIATION de la teinte orangée transportée dans cette liqueur par la loi de proportionnalité. α'	NATURE de l'acide introduit dans la liqueur primitive.	PROPORTION de dilution de la liqueur primitive dans le mélange.	COULEUR du mélange acide dans le tube où on l'a observé.	DÉVIATION produite dans le tube l' par la liqueur primitive à cet état de dilution. α''	DÉVIATION intervertie observée dans cette même longueur l', à travers le verre orangé (la même qu'à l'œil nu). α'''	RAPPORT d'inversion conclu. $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$
Sirop étendu d'eau en volume égal. .	1,17518	145,75	Jaune légèrem. verdâtre.	$+40^\circ,40$	333	$+92^\circ,3032$	Hydrochlorique.	$\frac{8}{9}$	Orangé rougeâtre.	$+82^\circ,0473$	$-34^\circ,45$	$-0,41988$

» Or, de là, on tire la solution complète du problème. En effet, la déviation directe étant d'abord observée dans le tube l, on la transporte par proportionnalité dans le tube l', où le mélange a été observé. Mais l'introduction de l'acide ayant étendu le volume primitif, on réduit la déviation transportée dans le même rapport. Alors, en la faisant servir de diviseur à la déviation intervertie qu'on observe, si la solution ne contenait que du sucre cristallisable, ce rapport serait — 0,38. Sa valeur actuelle, comparée à celle-là, détermine donc la proportion de la déviation primitive qui est opérée par le sucre cristallisable et celle qui l'est par le sucre incristallisable, dont on découvre ainsi le sens d'action. Cette répartition se fait par la formule que j'ai rappelée ici, page 698.

» Par exemple, pour le sirop que nous examinons, le rapport d'inversion avec l'acide hydrochlorique s'est trouvé être — 0,41988, comme on le voit dans la dernière colonne du tableau. En lui appliquant la formule de répartition, il en résulte que chaque déviation α, opérée dans son état primitif à travers une épaisseur quelconque, se compose de la manière suivante :

$$S = \alpha + \frac{0,03988}{1,38000}\alpha, \quad D = -\frac{0,03988}{1,38000}\alpha.$$

Le signe négatif de D montre que le sucre incristallisable contenu dans la solution exerce sa déviation vers la gauche de l'observateur, en sens contrairedu sucre de canne pur.

» Maintenant la déviation α exercée par la solution primitive sur les rayons orangés, était $40°,4$ dans un tube de $145^{mm},75$. Pour en déduire celle de l'image bleu violacé qui s'observerait à l'œil nu si la solution était incolore, je multiplie α par 1,17162, que j'estime être le rapport de ces déviations pour le verre orangé dont je fais usage (1). La déviation observée $40°,4$ devient ainsi $47° \frac{1}{3}$; et, en lui appliquant notre mode de répartition, elle donne, pour le sirop étendu observé :

$$S = +48°,76787, \quad D = -1°,36787.$$

Nous pouvons tirer de là le poids du sucre cristallisable qui produit la déviation S dans le tube où la solution a été observée primitivement. Mais le poids du sucre incristallisable ne peut pas être évalué ainsi, parce qu'on ne peut pas l'isoler à l'état solide. Je cherche donc le poids du sucre cristallisable dont il est dérivé par inversion. Pour cela je divise D par le rapport d'inversion — 0,38 relatif à l'acide hydrochlorique, et je trouve la déviation D′ que ce sucre a dû primitivement produire. J'ai ainsi pour les éléments sucrés constituants du sirop étendu supposé incolore :

$$S = +48°,76787, \quad D' = +3°,59965.$$

(1) Lorsque j'écrivais ces lignes, je n'avais pas eu le temps de déterminer expérimentalement la valeur relative de mon verre orangé par le procédé que j'ai expliqué dans ma dernière communication, page 632 du t. XV des *Comptes rendus*. Mais, partant de l'analyse prismatique que j'avais faite de ce verre, je jugeai que l'image transmise devait, à peu de chose près, répondre à la limite du rouge et de l'orangé; et je déduisis de cette supposition le facteur 1,1716, qui réduisait sa déviation à celle du rayon jaune pur, en m'appuyant pour cela sur les rapports de déviation des différents rayons simples, que j'ai donnés autrefois dans le tome II des *Mémoires de l'Académie*, page 58. Cette évaluation approximative suffisait ici à mon but, qui était de donner un exemple d'analyse optique. Depuis la lecture de mon Mémoire, j'ai déterminé par l'expérience, dans une solution incolore, la déviation de réelle de l'image bleu violacé et celle de l'image orangée transmise par mon verre, et j'ai trouvé pour leur rapport 1,1466, nombre bien peu différent du précédent, mais qui rappoche cette image de l'orangé moyen un peu plus que je ne le supposais par estime. Il y aurait $\frac{1}{46}$ de différence dans l'évaluation des déviations réduites par l'un ou par l'autre; ce qui était ici indifférent.

Alors, chacune de ces déviations étant idéalement produite par du sucre de canne pur, en solution incolore, je leur applique la formule quantitative qui donne le poids total de ce sucre par litre, et qui est

$$100\,\varepsilon\delta = 1400^{g}\,\frac{\alpha}{l}.$$

Ici α est S ou D', et l est $147^{mm},75$. Il en résulte, pour le sirop étendu :

Poids du sucre cristallisable par litre..............	$468^{g},439$;
Poids du sucre générateur de l'incristallisable....	$34,576$.

Or, le sirop observé dérive du sirop primitif étendu d'un volume égal d'eau; ce dernier contenait donc, par litre, le double des quantités précédentes, c'est-à-dire,

Sucre cristallisable dans un litre.................	$936^{g},878$;
Sucre générateur de l'incristallisable...........	$69,152$;

donc, en divisant chacune de ces quantités par $1000\,\delta$ ou $1338^{g},266$, qui est le poids d'un litre du sirop primitif, on aura son dosage en matières sucrées libres, qui sera comme il suit :

Proportion pondérale de sucre cristallisable contenue dans chaque unité de poids..	0,700069
Proportion pondérale du sucre générateur de l'incristallisable...	0,051673
Somme totale....	0,751742

» Les 25 pour 100 nécessaires pour compléter l'unité doivent ainsi être composés d'eau, de matières dissoutes étrangères au sucre, et peut-être aussi de mélanges neutres qui seraient formés de sucres non intervertibles à rotation contraire, en proportions telles que leurs effets rotatoires se compensassent exactement. Quelque peu probable que l'existence d'un mélange ainsi compensé puisse paraître, il faut, à la rigueur, le comprendre dans les possibilités, dont l'expérience n'a encore ni établi ni exclu la réalisation.

»Lorsque je découvris les actions rotatoires des liquides, dans le mois d'octobre 1815, il y a maintenant juste vingt-sept ans, j'étais loin d'espérer que leurs mesures atteindraient le degré de précision qu'elles ont aujourd'hui; et surtout je ne pouvais m'attendre à suivre aussi longtemps leurs applications aux diverses branches de la chimie organique. Je sentis que je devais surtout m'attacher à bien établir leur caractère moléculaire, à montrer comment leurs indications pouvaient pénétrer, par une voie sûre, dans les problèmes les plus abstraits de la mécanique des combinaisons, et à préparer les formules nécessaires pour diriger les applications qu'on en pourrait faire. Quant à ces applications elles-mêmes, je crus devoir ne m'y

livrer qu'avec une extrême réserve, seulement lorsque les conséquences qui en résultaient, comme caractères distinctifs des corps, étaient tellement évidentes qu'elles ne comportaient aucun doute; et qu'ainsi elles ne pouvaient compromettre l'avenir de la méthode par un emploi contestable ou anticipé. C'est pourquoi je me bornai alors à signaler comme essentiellement différentes en constitution moléculaire les substances qui, placées dans des circonstances pareilles, opéraient des déviations de sens opposé; ou celles qui, opérant des déviations de même sens, possédaient des pouvoirs rotatoires spécifiques d'intensités si différentes qu'il fût impossible d'attribuer cette dissemblance aux incertitudes des observations. Aujourd'hui qu'une plus longue pratique de ce genre d'expériences, jointe à une étude plus approfondie des relations théoriques, m'ont permis d'atteindre une limite d'exactitude que je n'espérais pas, je puis m'exprimer avec plus de sécurité. Je crois donc être en état de répondre d'une manière satisfaisante à une question de précision qui m'a été adressée par un de nos confrères dont l'esprit d'exactitude a été si consciencieux, comme si habile, que le temps et les progrès de l'analyse chimique n'ont fait que confirmer de plus en plus les résultats qu'il avait établis par ses nombreux travaux M. Chevreul m'a demandé quelle limite de différence entre les pouvoirs rotatoires me paraissait suffire pour indiquer une différence de constitution moléculaire entre les substances qui agissent dans le même sens. Cette limite dépend, comme dans l'analyse chimique, de la constance de l'évaluation entre les amplitudes d'erreurs que les expériences admettent. Ainsi une différence de quelques centièmes dans les proportions pondérales d'un principe ne sera pas, pour une chimie imparfaite, un indice de distinction suffisamment certain, parce que le caractère décisif qui résulte de sa constance se trouvera perdu dans les écarts des expériences; au lieu que pour des opérations plus précises, où l'amplitude des écarts possibles sera moindre, cette constance se manifestera ainsi avec une certitude indubitable. Il en est de même dans les expériences optiques : la délicatesse, ainsi que la sûreté de leurs indications, s'accroissent avec la précision des mesures. Dès mes premières recherches, quand le sucre d'amidon qu'on fabriquait alors m'offrait un pouvoir rotatoire spécifique exprimé par 39°,43, celui du sucre de canne étant 55°,22, je pouvais affirmer qu'ils étaient moléculairement constitués d'une manière dissemblable, quand même la chimie les aurait confondus, parce qu'une erreur de 16° sur les mesures est impossible. J'ai pu annoncer avec une égale certitude que le camphre des laurinées, qui exerce un pouvoir de rotation très-énergique, diffère molé-

culairement de celui des labiées, par exemple de la lavande, qui ne manifeste aucune action appréciable dans des circonstances pareilles; et ce n'est pas ma faute si les chimistes ont persisté à les réunir, en se fondant sur l'identité de leur composition en éléments gazeux. Plus tard, quand la fécule désagrégée s'offrit à M. Persoz et à moi avec l'énorme pouvoir rotatoire de 138°,68 vers la droite, nous ne pouvions la confondre avec les gommes qui agissent en sens contraire, ni avec les sucres d'amidon ou de canne, qui ont une énergie d'action incomparablement plus faible. C'est pourquoi nous appelâmes ce produit *dextrine*, pour désigner sa constitution spécialement distincte. Et si nous ne réussîmes pas alors à l'isoler complétement du sucre, qui se forme presque simultanément, à une température à peine différente de celle où les molécules de la fécule sont assez désagrégées pour rester en dissolution dans l'eau, du moins l'identité absolue du pouvoir rotatoire de cette substance, quand on l'obtient par différents acides, suffisait avec son énergie extraordinaire pour la caractériser. Des motifs semblables, tirés d'une énorme différence de pouvoir rotatoire, m'empêchent aujourd'hui d'admettre que le sucre d'amidon des anciennes fabriques, dont le pouvoir est exprimé par 39°,43, soit moléculairement identique avec celui que M. Jacquelin, par exemple, a formé en désagrégeant la fécule par $\frac{2}{1000}$ d'acide oxalique dans l'autoclave, car le pouvoir de celui-ci est 77°,10; et ces deux sucres ne peuvent pas non plus s'identifier avec le sucre d'amidon employé par M. Péligot pour ses analyses, puisque j'ai trouvé le pouvoir de ce dernier égal à 47°,19, en le mesurant sur un échantillon que M. Péligot lui-même m'avait remis. Quiconque aura acquis la moindre habitude de ce genre d'expériences saura bien que de si grandes différences de déviation ne peuvent pas s'attribuer à des erreurs de mesures, et qu'elles sont réellement inhérentes aux corps qui les manifestent. Mais la limite de ces distinctions ne dépend pas seulement de l'exactitude des mesures; elle dépend aussi, pour certaines questions, et pour les plus importantes, de la précision que l'on peut attribuer aux analyses chimiques. Par exemple, j'ai cherché à savoir si le sucre de canne est moléculairement modifié dans sa combinaison cristalline avec le chlorure de sodium. J'ai vu d'abord, comme on devait s'y attendre, que le système des deux corps avait un pouvoir rotatoire beaucoup moindre, à poids égal, que celui du sucre pur. Mais, en considérant ce sucre comme seul actif dans la masse entière, et y calculant sa masse propre d'après les proportions pondérales que l'analyse de M. Péligot y supposait, j'ai trouvé son pouvoir rotatoire dans la combinaison égal à 50°,96, au lieu

de 54°,64 qui est sa valeur moyenne dans l'état d'isolement. Or il ne m'est pas possible de décider si la composition de ce produit est assez bien connue pour qu'une différence de cet ordre doive être regardée comme certaine, surtout en considérant les divergences d'opinion qui se sont élevées entre les chimistes les plus habiles, relativement à l'analyse du sucre de canne lui-même, pur et isolé. C'est pourquoi, abandonnant ces questions complexes aux personnes qui sont plus exercées que moi à la pratique de la chimie, j'ai dû me borner à celles dont les détails m'étaient complétement accessibles, et qui pouvaient surtout éclairer la mécanique des combinaisons. C'est ce que j'ai fait, par exemple, dans mes recherches sur les systèmes liquides où l'acide tartrique se trouve en présence d'autres corps qui n'exercent pas de déviations sur la lumière polarisée, mais qui agissent invisiblement sur cet acide, comme il réagit sur eux. Quoique j'aie lieu de penser que les chimistes de notre temps n'ont fait aucune attention à ces phénomènes, qui sont insaisissables par les procédés matériels dont ils disposent, leur étude me semble la voie la plus sûre, et peut-être la seule, par laquelle on puisse pénétrer dans le mystère des combinaisons, comme nous faisant pour ainsi dire assister à l'accomplissement des opérations par lesquelles les affinités s'exercent; et, quelque peu de progrès que je puisse espérer d'y faire encore, par mes efforts solitaires, je ne m'en écarterai point. »

THÉORIE DE LA LUMIÈRE. — *Mémoire sur les rayons diffractés qui peuvent être transmis ou réfléchis par la surface de séparation de deux milieux isophanes; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« En supposant que la lumière passe d'un milieu dans un autre, à travers une portion de la surface qui les sépare, et cherchant à déduire de l'analyse les phénomènes correspondants à cette hypothèse, je suis arrivé à cette conclusion, qu'alors les rayons réfléchis doivent être diffractés tout comme les rayons transmis. D'ailleurs cette conclusion de mon dernier Mémoire ne doit pas être considérée seulement comme un résultat du calcul; car, en l'entendant énoncer dans la séance précédente, M. Arago s'est rappelé une expérience qu'il avait faite autrefois avec Fresnel, et dans laquelle ils avaient observé des franges qui accompagnaient des rayons réfléchis par des sillons arbitrairement tracés sur la surface d'un verre noirci par la fumée. Il y a donc lieu de rechercher les lois de la diffraction, non-seulement dans les rayons transmis, mais encore dans

les rayons réfléchis par la surface de séparation de deux milieux transparents. Tel est l'objet dont je m'occupe dans ce nouveau Mémoire, en supposant, pour plus de simplicité, que les deux milieux donnés sont isophanes. Je demanderai à l'Académie la permission d'exposer en peu de mots quelques-unes des principales conséquences des formules auxquelles je suis parvenu.

» Supposons qu'un rayon de lumière passe d'un milieu transparent et isophane dans un autre milieu isophane séparé du premier par une surface plane qui sera prise pour plan des y, z: supposons encore que ce plan intercepte généralement la lumière, et ne se laisse traverser par elle que dans les points situés en dedans d'un certain contour très-resserré; ce qui aurait lieu, par exemple, si la surface de séparation des deux milieux était recouverte par un écran très-noir dans lequel une très-petite ouverture serait pratiquée. Si le rayon incident est simple, le rayon réfléchi, qui se propagera dans le premier milieu, cessera d'être un rayon simple, tout comme le rayon transmis au second milieu. Ces deux rayons, dont chacun résultera de la superposition d'une infinité de rayons simples, seront, l'un et l'autre, de la nature de ceux que l'on nomme *rayons diffractés*. Chacun d'eux offrira un filet de lumière très-étroit, et l'intensité de la lumière, mesurée dans un plan perpendiculaire à l'axe du filet, s'évanouira sensiblement à une distance sensible de cet axe. Il y a plus, cette intensité variera sur les bords du filet de manière à présenter divers *maxima* et *minima*. Enfin, comme ces *maxima* et *minima* répondront à des points diversement situés pour des couleurs diverses, il en résulte que, si le rayon incident est un rayon formé par la superposition de plusieurs autres inégalement réfrangibles, s'il est, par exemple, un rayon blanc de lumière ordinaire, chacun des deux rayons réfléchi et réfracté, offrira sur ses bords des franges colorées. Les couleurs des franges se réduiraient à une seule, si le rayon incident était un rayon homogène. D'ailleurs la position des franges dans un rayon homogène, et, par suite, dans un rayon composé, se déduira immédiatement, avec une grande approximation, des règles très-simples que nous allons indiquer.

» Considérons d'abord le cas où le rayon incident est perpendiculaire à la surface réfléchissante; et supposons que ce rayon, étant simple, émane d'un foyer de lumière placé à une distance très-considérable de la surface; enfin supposons ce rayon transmis au second milieu à travers une fente très-étroite, dont les bords soient parallèles à l'axe des z. Si l'on mesure l'intensité de la lumière transmise dans un plan perpendiculaire à cet axe et à

une distance donnée de la surface, cette intensité présentera divers *maxima* et *minima* correspondants à divers points; et chacun de ces points, quand on fera varier la distance à la surface, se mouvra, comme l'a dit Fresnel, sur une hyperbole sensiblement réduite, dans le cas présent, à une parabole. D'ailleurs cette parabole aura pour axe, comme l'on sait, la direction du rayon transmis, et pour sommet le bord de la fente. Mais ce qui n'avait pas encore été remarqué, ce me semble, et ce qui résulte immédiatement de mes formules, c'est *que les paramètres des diverses paraboles correspondantes aux diverses franges se réduisent, à très-peu près, aux divers termes d'une progression arithmétique dont la raison est la longueur d'une ondulation lumineuse, le premier terme étant les trois quarts de cette longueur même.* Calculées d'après cette règle, les racines carrées des rapports existants entre les paramètres doublés et la longueur d'une ondulation seront respectivement, pour les paraboles correspondantes aux maxima d'intensité de la lumière :

$$\sqrt{1,5} = 1,22, \quad \sqrt{5,5} = 2,3452, \quad \sqrt{9,5} = 3,0822, \quad \sqrt{13,5} = 3,6742,$$
$$\sqrt{17,5} = 4,1833, \quad \sqrt{21,5} = 4,6368, \quad \sqrt{25,5} = 5,0948, \text{ etc.};$$

et pour les paraboles correspondantes aux minima d'intensité de la lumière :

$$\sqrt{3,5} = 1,871, \quad \sqrt{7,5} = 2,7386, \quad \sqrt{11,5} = 3,3912, \quad \sqrt{15,5} = 3,9370,$$
$$\sqrt{19,5} = 4,4159, \quad \sqrt{23,5} = 4,8477, \quad \sqrt{27,5} = 5,2440, \text{ etc.}$$

A la place des nombres que nous venons d'obtenir, Fresnel a trouvé les suivants :

1,2172, 2,3449, 3,0820, 3,6742, 4,1832, 4,6069, 5,0500, etc.,
1,8726, 2,7392, 3,3913, 3,9372, 4,4160, 4,8479, 5,2442, etc.,

qui diffèrent très-peu des premiers, et qu'il a déterminés par un assez long calcul, en formant une table avec diverses valeurs d'une certaine intégrale définie. *Quant à l'amplitude des vibrations moléculaires, si on la représente par l'unité au moment où le rayon transmis commence à pénétrer dans le second milieu, elle se trouvera augmentée ou diminuée, sur chaque parabole, d'une quantité sensiblement égale au nombre inverse de celui qui exprime la circonférence du cercle dont le rayon aurait pour mesure la racine carrée du rapport entre le paramètre de la parabole et la longueur d'une ondulation.*

» Les règles que nous venons d'énoncer ne sont pas seulement applicables aux rayons transmis; le calcul prouve qu'elles s'appliquent pareillement aux rayons réfléchis et diffractés. Il prouve aussi qu'à une distance infiniment petite de la surface réfléchissante l'intensité de la lumière, dans les rayons transmis et réfléchis, est sensiblement celle que l'on obtiendrait si, l'écran venant à disparaître, il n'y avait pas de diffraction. Il prouve enfin que, si le rayon incident est polarisé rectilignement suivant un certain plan, les rayons diffractés, transmis ou réfléchis, seront polarisés suivant ce même plan.

» Lorsque la nature du second milieu devient identique avec celle du premier, alors, près de la surface réfléchissante, l'intensité de la lumière transmise se confond avec l'intensité de la lumière incidente, et le rayon réfléchi subsiste encore, avec cette circonstance remarquable que les diverses paraboles correspondent, non pas à des intensités diverses de la lumière réfléchie, mais seulement à des changements de phases. Toutefois, comme l'intensité de la lumière réfléchie est alors de l'ordre des termes que l'on négligeait dans le cas où les deux milieux étaient de nature différente; comme d'ailleurs ces termes peuvent être effectivement négligés, si la vitesse de propagation des vibrations transversales n'est pas très-petite par rapport à la vitesse de propagation des vibrations longitudinales, il en résulte que, hors ce dernier cas, les rayons réfléchis et diffractés (*) sous l'incidence perpendiculaire seront du nombre de ceux qu'il sera très-difficile d'apercevoir.

» Jusqu'à présent nous avons supposé que le rayon incident était normal à la surface réfléchissante. Supposons maintenant qu'il s'incline sur cette surface et forme avec la perpendiculaire à la surface un angle très-petit. Alors, dans chaque parabole, la corde ou section rectiligne faite par un plan parallèle à la surface décroîtra proportionnellement au cosinus de l'angle d'incidence, et en même temps le milieu de cette corde, primitivement situé sur la direction naturelle du rayon réfracté, suivra ce rayon, tandis qu'il s'inclinera par rapport à la surface réfléchissante. Par suite, chaque parabole se transformera en une autre parabole qui sera encore tangente à la surface réfléchissante, et qui aura pour axe une droite parallèle à la direction naturelle du rayon réfracté.

(*) Si les rayons dont il s'agit ici pouvaient être facilement rendus sensibles dans un milieu donné, ce serait une preuve que, dans ce milieu, le rapport entre les vitesses de propagation des vibrations transversales et longitudinales est très-petit.

» J'ai indiqué les conséquences auxquelles conduisent mes formules dans le cas où, les deux milieux étant isophanes, le rayon incident est perpendiculaire à la surface réfléchissante, ou tombe sur elle de manière que l'angle d'incidence soit peu considérable. Dans d'autres articles j'examinerai ce qui arrive lorsque l'un des milieux cesse d'être isophane, ou lorsque l'angle d'incidence devient quelconque, et en particulier ce que deviennent sous une grande incidence les rayons réfléchis et diffractés. »

ZOOLOGIE. — *Sur les singes de l'ancien monde, spécialement sur les genres* Gibbon *et* Semnopithèque; *par* M. ISIDORE GEOFFROY-SAINT-HILAIRE. (Extrait.)

« Ce travail, qui doit former le commencement de la *partie zoologique* du *Voyage aux Indes* de Victor Jacquemont, se compose de deux Mémoires, l'un sur le genre Gibbon (*Hylobates,* ILLIG.); l'autre sur le genre Semnopithèque (*Semnopithecus*, FR. CUV.). M. Isidore Geoffroy a mis à profit, pour la rédaction de ces deux Mémoires, des matériaux nouveaux dus aux recherches, soit de Jacquemont, soit de MM. Dussumier, Verreaux, Barre, Eydoux et Souleyet, Hombron et Jaquinot. A l'aide de ces précieux matériaux, il a pu reprendre, rectifier à quelques égards, et compléter l'histoire de quelques espèces déjà établies, soit par lui-même, soit par d'autres zoologistes, et enrichir d'une espèce nouvelle chacun des genres dont il traite.

» *Premier Mémoire.* — L'auteur donne le synopsis des espèces déjà décrites du genre Gibbon; espèces qui sont au nombre de neuf, non compris deux Gibbons sur lesquels on possède quelques indications, mais dont l'existence, comme espèces distinctes, ne peut être établie qu'à l'aide de documents nouveaux. Les neuf espèces présentement déterminées sont, selon l'ordre et la nomenclature adoptés par M. Isidore Geoffroy :

» 1°. *Hylobates leuciscus*, KUHL; espèce bien connue, et sur laquelle ne s'élève aucune difficulté;

» 2°. *H. agilis,* FR. CUV.; espèce dont la synonymie, très-embrouillée encore il y a quelques années, a été en partie éclaircie par MM. Salomon Muller et Martin;

» 3°. *H. Rafflei,* GEOFF.-S.-H., longtemps confondu avec le *Simia lar* de Linné;

» 4°. *H. albimanus,* IS. GEOFFROY; *Simia albimana* de MM. Vigors et Horsfield; espèce dans laquelle M. Geoffroy-Saint-Hilaire père a le premier reconnu le vrai *S. lar* de Linné;

» 5°. *H. leucogenys*, Ogilby; espèce récemment établie, et dont la patrie reste encore inconnue;

» 6°. *H. Hoolock*, Harlan; espèce chez laquelle M. Isidore Geoffroy a constaté l'existence des callosités ischiatiques, et qui, par conséquent, présente, sans exception, tous les caractères génériques des Gibbons;

» 7°. *H. choromandus*, Og.; espèce récemment découverte dans l'Inde continentale, et dont la détermination n'est pas encore suffisamment rigoureuse;

» 8°. *H. Concolor*, Harl.; espèce à laquelle on a rapporté à tort, selon M. Isidore Geoffroy, les Gibbons bruns et fauves trouvés à Bornéo par les zoologistes hollandais qui ont récemment exploré cette île;

» 9°. *H. syndactylus*, Fr. Cuv.; espèce à l'égard de laquelle ne s'élève aucune difficulté.

» A ces neuf espèces, M. Isidore Geoffroy en ajoute une dixième récemment découverte dans la presqu'île Malaise, vers le douzième degré de latitude nord, par M. Barre, missionnaire apostolique dans l'Inde et en Malaisie. Cette espèce, dès à présent connue par trois individus de sexes et d'âges différents, a reçu de M. Isidore Geoffroy le nom de Gibbon entelloïde, *H. entelloïdes*, à cause des rapports de coloration et de patrie qu'elle présente avec le Semnopithèque entelle, si célèbre par la vénération dont il est l'objet de la part des Indous. La caractéristique de cette espèce nouvelle est la suivante :

« Pelage d'un fauve très-clair; le tour de la face blanc; face et paumes » noires; callosités petites, rondes; second et troisième doigts postérieurs » réunis par une membrane presque jusqu'à l'articulation de la première » phalange avec la seconde. »

» Ce singe se place, soit par l'ensemble de ses caractères extérieurs, soit par ses caractères crâniens, entre l'*H. syndactylus* et ses congénères à doigts non réunis, dont il se rapproche d'ailleurs beaucoup plus que du précédent.

» L'auteur compare, en terminant, la mâchoire inférieure de singe découverte à Sansan, par M. Lartet, aux parties analogues des Gibbons. M. Isidore Geoffroy pense, comme le dit expressément M. de Blainville, que le précieux fragment dû aux investigations de M. Lartet provient d'un singe *ayant quelques rapports avec le groupe des Gibbons, mais nullement d'un véritable gibbon, que l'on puisse comparer au gibbon syndactyle de Sumatra* (1). M. Isidore Geoffroy croit même que ce n'est pas parmi les Gibbons, ni, plus gé-

---

(1) *Voyez* le Rapport de M. de Blainville, *Comptes rendus*, t. V, p. 425.

néralement, parmi les singes de la première tribu (comprenant, outre les Gibbons, les Troglodytes et les Orangs), qu'il faut chercher les espèces les plus voisines du singe fossile : on les trouverait, au contraire, dans la seconde tribu des singes, parmi les Semnopithèques, spécialement parmi ceux qui ont le *talon* de la cinquième molaire inférieure peu développé, ou même rudimentaire ou nul, tel que l'espèce dont feu Escholtz avait fait un genre distinct sous le nom de *Presbytis*. « Le singe fossile, dit en terminant M. Isidore Geoffroy, n'est d'ailleurs pas non plus un vrai *Presbytis* : c'est un genre distinct, plus rapproché seulement de ce dernier » que des Gibbons, et qui, très-vraisemblablement, ne fait plus partie » de la création actuelle. Si cette conclusion est confirmée par la décou- » verte qui pourra être faite ultérieurement des autres parties du squelette » (et, à cet égard, il suffirait d'une omoplate, d'un os pelvien, d'un ster- » num, ou même d'un fragment bien caractérisé de l'un de ces os), elle ne » modifiera d'ailleurs en rien les conséquences géologiques que l'on pouvait » déduire de l'existence antédiluvienne d'un gibbon dans nos terrains ter- » tiaires. Le *Presbytis* et tous les Semnopithèques sont aussi, en effet, des » singes assez rapprochés de l'homme par leur organisation, quoique déjà » plus reculés d'un degré que les Gibbons, et ils sont exclusivement répan- » dus, comme ceux-ci, dans l'Inde et dans ses archipels. »

» *Second Mémoire.* — Depuis le travail général que M. Isidore Geoffroy a donné, il y a douze ans, sur les Semnopithèques, plusieurs monographies de ce genre ont été publiées par divers zoologistes, entre autres, tout récemment, en Angleterre, par M. Martin; en Hollande, par M. Schlegel et M. Salomon Muller, qui, ayant passé plusieurs années dans l'Archipel indien, et vu vivantes la plupart des espèces de ce genre, était mieux à même que personne de rectifier et d'enrichir son histoire. M. Isidore Geoffroy n'a donc pu croire qu'il y eût lieu de reprendre dès à présent, dans son ensemble, des travaux si récents et faits par des observateurs habiles, placés dans des circonstances si favorables. Sans donner, comme il l'a fait pour les Gibbons, un synopsis des Semnopithèques, M. Isidore Geoffroy a donc cru devoir présenter seulement des remarques sur les caractères et les limites de ce genre, et sur celles de ses espèces dont l'étude peut enrichir la science de faits nouveaux, ou rectifier des erreurs antérieurement commises.

» Les espèces qui font le sujet de ce travail sont les suivantes :

» 1°. *S. cucullatus*, Is. Geoff. : espèce indienne, que M. Isidore Geoffroy a déjà décrite sous ce nom il y a douze ans, et sur laquelle il présente quelques remarques nouvelles;

» 2°. *S. Dussumieri*, Is. Geoff.; espèce de la côte du Malabar, dont la découverte est due à M. Dussumier. L'auteur, en établissant cette espèce d'après l'examen de deux individus, l'un adulte, l'autre jeune, la caractérise ainsi :

« Pelage d'un brun grisâtre sur le corps et fauve sur la tête, le col, les
» flancs et le dessous du corps. Queue et membres d'un brun qui passe au
» roux sur une grande partie de la queue, les avant-bras et les quatre mains.
» Poils divergeant sur la tête. »

» Ce dernier caractère distingue nettement le Semnopithèque Dussumier du Semnopithèque à capuchon, espèce à laquelle les deux individus rapportés du Malabar par M. Dussumier avaient été rapportés par M. Martin, le seul qui les ait mentionnés jusqu'à présent. Le Semnopithèque Dussumier est, en somme, plus voisin de l'Entelle que du Semnopithèque à capuchon.

» 3°. *S. fulvo-cinereus*, Desmoul. M. Is. Geoffroy établit que cette espèce est purement nominale et doit être rayée de la liste des Semnopithèques. La description qu'en a faite M. Desmoulins, et les détails qu'il donne sur sa patrie, se rapportent en partie au *S. leucoprymnus*, en partie au *S. mitratus*.

» On doit également considérer comme une espèce nominale et retrancher du *systema* le *Cercopithecus albo-cinereus* de Desmarest, dans lequel on a cru à tort reconnaître le *Semnopithecus obscurus* de Reid et de Martin.

» 4°. *S. flavimanus*, Is. Geoff., espèce de Sumatra que l'auteur avait établie en 1830 d'après un seul individu en très-mauvais état, et qui avait été regardée comme douteuse par quelques zoologistes. Dans le présent Mémoire, M. Is. Geoffroy en établit définitivement l'existence à l'aide de nouveaux matériaux, et en fait connaître les caractères crâniens et dentaires.

» En présentant à l'Académie le travail que nous venons d'analyser, M. Isidore Geoffroy fait remarquer combien ont été rapides les progrès de la zoologie descriptive dans ces derniers temps, et de combien d'espèces nouvelles elle a été enrichie par les nombreux voyages de recherches que tous les gouvernements de l'Europe ont mis une louable émulation à ordonner ou à encourager. Il n'y a pas longtemps encore que tous les singes de la première tribu ne composaient qu'un seul genre, le genre Orang, dans lequel on distinguait cinq espèces : aujourd'hui la première tribu comprend trois genres, dont un seul, celui des Gibbons, compte à lui seul jusqu'à dix espèces (1). De même, tous les singes de l'ancien monde à longue queue, à

---

(1) Les deux autres sont, il est vrai, beaucoup moins nombreux. Le *Chimpanzé* est toujours la seule espèce connue de Troglodyte; et l'état de la science ne permet de ca-

museau court ou médiocre, ne formaient, du moins pour la plupart des auteurs, qu'un seul genre, celui des Guenons ou Cercopithèques, comprenant environ vingt espèces. Présentement, au lieu d'un genre et de vingt espèces, M. Isidore Geoffroy décrit, dans un travail encore inédit, et qu'il ne peut qu'annoncer ici, jusqu'à quarante-cinq espèces, réparties ainsi : une dans le genre Nasique (*Nasalis*, Geoff.-S.-H.); quinze dans le genre Semnopithèque; neuf dans le genre Colobe (*Colobus*, Illig.); dix-huit dans le genre Guenon, tel qu'il reste circonscrit, après les divers démembrements qu'il a subis; et enfin deux dans un nouveau genre que M. Isidore Geoffroy nomme Miopithèque, *Miopithecus*, et que caractérisent à la fois plusieurs modifications très-remarquables du système dentaire et des organes des sens (1).

» Ainsi le nombre des genres s'est accru dans une grande proportion; celui des espèces a plus que doublé. Cette augmentation numérique, considérable en elle-même, paraîtra surtout telle, si l'on songe qu'il s'agit ici des animaux les plus voisins de l'homme par leur organisation, et de ceux sur lesquels, dès les premières explorations, l'attention et les recherches des voyageurs se sont dirigées d'une manière toute spéciale. »

---

ractériser à la fois par des caractères intérieurs et extérieurs qu'un bien petit nombre d'Orangs. Dans un travail inédit dont il ne peut qu'indiquer ici les résultats, M. Isidore Geoffroy croit ne devoir admettre comme authentiques que deux espèces, l'Orang Outan (*Pithecus Satyrus*) de Bornéo et de Sumatra, et une autre de Sumatra, qu'il nomme *P. bicolor*, à cause de son pelage roux supérieurement et au milieu du ventre, et fauve blanchâtre sur le bas-ventre, les flancs, les aisselles, la portion interne des cuisses et le tour de la bouche. Les orbites, allongées et ovalaires dans la première espèce, sont, dans la seconde, quadrangulaires et à peine plus longues que larges. C'est celle-ci qui a vécu récemment à la ménagerie du Muséum.

En discutant les faits sur lesquels repose l'existence des autres espèces, M. Is. Geoffroy fait voir que les *pommettes lobifères* ne caractérisent pas en propre l'Orang à orbites elliptiques; le Pongo de Wurmb, quoiqu'on ait toujours dit le contraire, présentait ce même caractère.

(1) Ces deux espèces sont le *Talapoin* de Buffon et une espèce nouvelle, le Miopithèque chevelu (*M. capillatus*), très-voisin du Talapoin, mais un peu plus grand et à pelage d'un roux légèrement verdâtre. Quant aux caractères génériques, les principaux sont tirés de la dernière molaire inférieure, qui est petite et n'a que trois tubercules (ce genre présente seul ce caractère), et de l'encéphale et des organes des sens, très-remarquables par leur développement. Ces derniers caractères lient intimement les Miopithèques à divers singes américains, tels que les Saïmiris et les Callitriches, dont ils ont presque aussi la taille, et dont ils se rapprochent même par la disposition si caractéristique des narines.

CHIMIE ET PALÉONTOLOGIE. — *Mémoire sur les os anciens et fossiles, et sur d'autres résidus solides de la putréfaction; par* MM. **J. Girardin**, correspondant de l'Institut, *et* **Preisser**, professeur de chimie à Rouen.

« L'histoire chimique des os serait à peu près complète, si l'on connaissait tous les genres d'altération qu'ils sont susceptibles d'éprouver dans les différents terrains, par un séjour plus ou moins prolongé, et sous des influences diverses.

» Combien de faits intéressants, dit Fourcroy, n'offrira pas aux physio-
» logistes l'examen bien fait des os enfouis plus ou moins longtemps dans
» la terre, exposés à l'air ou plongés dans les eaux, et changés plus ou
» moins profondément dans leur nature intime, soit par la soustraction de
» quelques-uns de leurs matériaux constituants, soit par l'addition de quel-
» ques matières étrangères (1). »

» Nous avons voulu contribuer à combler cette lacune dans l'histoire d'une des parties les plus intéressantes de l'économie animale, en soumettant à l'analyse comparative les ossements humains des anciens tombeaux et des os d'animaux fossiles de diverses espèces, trouvés dans des terrains fort différents par leur âge et leurs caractères géologiques. Nous avons été provoqués, pour ainsi dire, à ce travail de longue haleine, par l'Académie royale des Sciences de Rouen, qui nous chargea, en 1840, d'étudier des ossements recueillis par l'un de ses secrétaires perpétuels dans des sépultures celtiques de l'Anjou. La nécessité de réunir un assez grand nombre d'échantillons d'ossements fossiles, d'âge ou du moins d'époque géologique bien déterminée, nous fit recourir à l'obligeance d'un des naturalistes les plus distingués de notre province, M. Eudes Deslongchamps, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, dont tout le monde connaît les remarquables travaux. Ce savant zélé a mis à notre disposition une série d'échantillons de sa collection, en y joignant des renseignements très-précis sur leur origine et le lieu de leur gisement.

» Jusqu'ici aucun travail spécial de quelque étendue n'a été entrepris sur le sujet que nous avons voulu éclairer, et on ne trouve dans les ouvrages que quelques analyses isolées d'os anciens ou fossiles, qui n'ont pas permis de tirer des conclusions générales sur les divers genres d'altération que

---

(1) Fourcroy, *Système des Connaissances chimiques*, t. IX, p. 289.

ces produits subissent dans le sol. Les chimistes qui ont fait ces analyses sont Hatchett, Fourcroy et Vauquelin, Morichini, Klaproth, Brandes, Proust, MM. Chevreul, Braconnot, Apjohn et Stokes, Lassaigne, Pelouze et d'Arcet.

» Les os sur lesquels nous avons opéré sont de deux sortes : les uns sont des ossements humains provenant de sépultures antiques ou de cavernes à ossements; les autres sont des os d'animaux fossiles qui ont séjourné directement dans le sol.

» Parmi les premiers, nous avons analysé :

» Un fragment de mâchoire inférieure humaine provenant du célèbre tumulus de Fontenay-le-Marmion, près de Caen, qui paraît être de beaucoup antérieur à la conquête de César;

» Un fragment de mâchoire inférieure humaine, trouvé dans un tombeau gallo-romain, à Blainville, près de Caen;

» Des fragments de tibia retirés du même tombeau;

» Des os humains de squelettes celtiques trouvés à Rochemenier, arrondissement de Saumur (Maine-et-Loire);

» Des os humains trouvés dans un tombeau romain à Lillebonne (Seine-Inférieure);

» Une portion de cubitus gauche humain de la caverne de Mialet (Gard), si bien explorée par M. Teissier;

» Une vertèbre trouvée dans un tombeau gallo-romain, à Rouen, remarquable par la brillante couleur de vert minéral qu'elle offrait dans toute sa substance.

» Parmi les seconds, nous avons examiné :

» Un os métacarpien d'ours fossile de la caverne de Mialet (Gard);

» Une défense fossile d'éléphant trouvée dans un terrain d'alluvion, aux environs de Saint-Pierre-sur-Dives (Calvados);

» Une vertèbre de *Plesiosaurus dolichodeirus* trouvée dans l'argile de Dives (Oxford-Clay) du terrain jurassique;

» Le tissu spongieux et le tissu compacte d'un grand os du *Pœkilopleuron Bucklandii,* découvert dans le calcaire de Caen, aux carrières de la Maladrerie;

» Des portions de côte d'*Ichthyosaurus* trouvées dans l'argile de Dives;

» D'autres portions de côte du même animal trouvées dans la craie chloritée;

» Des fragments d'os de la tête d'un *Ichthyosaurus* trouvés dans le calcaire de Caen;

» Des os fossiles d'un mammifère marin, voisin des Lamentins, du terrain tertiaire des environs de Valognes;

» Un fragment roulé très-probablement de l'*Otarie à crinière*, du détroit de Magellan;

» Des fragments d'écailles de *Teleosaurus* trouvés à Allemagne, aux portes de Caen, dans le calcaire jurassique.

» Nous avons analysé, en outre :

» Une moitié d'écaille non fossile du crocodile vulgaire du Sénégal;

» Un coprolite d'*Ichthyosaurus* de Lyme-Regis, en Angleterre, donné par le professeur Buckland;

» Enfin des chairs momifiées provenant de cadavres inhumés en 1317 dans l'église de Saint-Pierre de Caen.

» Nous demandons la permission à l'Académie, pour ne pas fatiguer sa bienveillante attention, de passer toute la partie du Mémoire qui renferme les détails historiques et les analyses chimiques relatifs à chacun de nos échantillons, et d'arriver immédiatement aux conclusions que nous croyons pouvoir formuler.

» Voici ces conclusions :

» 1°. Dans tous les terrains, les os, au bout d'une période de temps plus ou moins longue, éprouvent des modifications profondes dans leur constitution chimique. Leurs principes changent de rapport : les uns augmentent, les autres diminuent en quantité; certains disparaissent, et quelquefois aussi de nouveaux viennent s'ajouter à ceux qui préexistaient.

» 2°. Les os résistent d'autant plus longtemps, toutefois, qu'ils sont placés dans des terrains plus secs, et qu'ils sont soustraits plus complétement à l'action de l'air et de l'eau. Dans les sols sableux, dans les sols calcaires, ils présentent généralement moins d'altération que dans les sols argileux, toujours plus ou moins humides, au moins dans la première partie de leur épaisseur. Le degré d'altération qu'ils offrent ne dépend, en aucune manière, de l'âge de la couche minérale dans laquelle ils sont enfouis, mais uniquement des conditions de sécheresse et d'humidité auxquelles ils ont été soumis pendant la durée de leur enfouissement. C'est ainsi que les os fossiles des terrains secondaires sont, fort souvent, beaucoup moins modifiés dans leur constitution que les os fossiles des terrains plus modernes. C'est encore ainsi que, dans certaines cavernes à ossements, les os s'y sont conservés presque intacts, tandis que, dans d'autres cavernes de terrains de même formation, les os sont profondément altérés, ce qui tient uniquement, comme toutes les circonstances le démontrent, à ce que, dans

les premières, une cause quelconque a mis obstacle au séjour de l'eau, tandis que, dans les secondes, l'eau a pu y pénétrer et s'y renouveler facilement.

» 3°. L'altération porte principalement sur la matière organique ou le tissu cellulaire conversible en gélatine. Elle est quelquefois intacte, mais ordinairement plus ou moins modifiée. Sa proportion est toujours inférieure à celle qui existe dans les os récents, mais cette proportion est elle-même très-variable; parfois elle manque complétement. Cela arrive surtout dans les os qui ont eu le contact de l'air ou qui ont été enfouis dans des terrains humides ou traversés par des filets d'eau. L'ammoniaque, provenant de la décomposition d'une partie de la matière organique, saponifie le reste et le rend soluble dans l'eau. Cette action, du reste, est d'autant plus lente, qu'elle s'exerce sur des os plus compactes et plus épais.

» 4°. Dans les os humains anciennement enfouis, aussi bien que dans les os fossiles d'animaux, il y a toujours une bien plus grande quantité proportionnelle de sous-phosphate de chaux que dans les os récents. Dans certaines circonstances qui ne sont pas connues, ce sel éprouve des modifications curieuses, par suite desquelles il se trouve converti, en grande partie, en phosphate sesquicalcique qui cristallise en petits prismes hexagones à la surface des os. Cette transformation s'effectue sans perte ni accroissement de principe, et uniquement par un simple changement dans les rapports ou la position des atomes élémentaires du sel, de telle manière que le sous-phosphate des os, qui a une composition anormale, $8\,CaO,\ 3\,P^2O^5$, donne naissance à deux nouvelles variétés plus stables : phosphate neutre et phosphate sesquibasique, dont la production s'explique aisément au moyen de l'équation suivante :

$$8\,CaO,\ 3\,P^2O^5 = (2\,CaO,\ P^2O^5) + 2\,(3\,CaO,\ P^2O^5).$$

C'est très-probablement la tendance du phosphate sesquicalcique à cristalliser qui provoque sa formation. Bien des faits prouvent la mobilité des éléments du phosphate de chaux et la propriété dont il jouit de subir de légers changements dans sa constitution; sans ces deux circonstances, il ne pourrait pas remplir dans l'économie animale et végétale, comme l'observe M. Berzélius, les fonctions qui le rendent si important.

» Cette métamorphose du sous-phosphate de chaux des os en deux autres variétés du même sel, opérée sous l'influence de la putréfaction, est un

fait fort curieux. Il est à noter que les cristaux de phosphate sesquicalcique, qui se produisent ainsi à la surface et dans l'intérieur des os enfouis sous terre, sont identiques avec la *phosphorite cristallisée* des minéralogistes, seule variété de phosphate de chaux qui existe dans la nature comme espèce minérale.

» Fourcroy et Vauquelin disent avoir constaté, dans les mêmes circonstances, la production de phosphate acide de chaux; mais ce dernier fait laisse des doutes.

» C'est certainement aux dépens du sous-phosphate de chaux des os que sont formés, par voie sans doute de double décomposition, les phosphates de fer et de manganèse, et parfois le phosphate de magnésie, qu'on rencontre en proportions généralement plus fortes dans les os fossiles que dans les os récents.

» M. Berzélius dit, dans son *Traité de Chimie* (t. VII, p. 474), qu'il n'est pas certain que la magnésie soit à l'état de phosphate dans les os récents, et qu'il est probable qu'elle ne s'y trouve qu'à celui de carbonate Nos expériences nous ont démontré que dans les os récents, aussi bien que dans les os fossiles, la magnésie est toujours combinée à l'acide phosphorique. Il n'y a aucune trace de carbonate de magnésie dans ces deux sortes d'os, comme il est facile de s'en convaincre en les traitant, après leur calcination, par l'acide acétique.

» 5°. Dans les os d'animaux fossiles, il y a toujours plus de carbonate de chaux que dans les os humains anciennement enfouis, et dans ces derniers la proportion de carbonate calcaire est généralement plus faible que dans les os récents.

» L'abondance de ce sel dans les os fossiles provient-elle d'infiltrations calcaires, ou de ce que les animaux antédiluviens avaient un tissu osseux plus riche en carbonate de chaux que les animaux de l'époque actuelle? C'est là une question qu'il n'est pas facile de résoudre. Cependant lorsqu'on voit, par nos analyses, que les os de l'*Ichthyosaurus*, trouvés dans des sols calcaires, ne contiennent que 10 à 17 pour 100 de carbonate de chaux, tandis que les mêmes os, trouvés dans l'argile de Dives, renferment jusqu'à 31 pour 100 du même sel; lorsqu'on voit, d'un autre côté, que des os humains (ceux de Rochemenier, *analyse* 4), qui évidemment ont été lavés par des eaux calcaires, puisqu'ils sont enveloppés d'une couche de ciment calcaire, offrent à l'analyse plus de carbonate de chaux que les autres espèces d'os humains anciens, on est porté à admettre que c'est par voie d'infiltration que le sel calcaire est devenu si prédominant dans les os fossiles.

» 6°. Nous n'avons pu reconnaître la moindre trace de fluorure de calcium dans les os humains anciennement enfouis, tandis que nous en avons toujours trouvé dans les os d'animaux fossiles.

» L'existence de ce sel dans les os récents d'homme et d'animaux est plus que douteuse. Morichini et M. Berzélius sont, pour ainsi dire, les seuls chimistes qui en aient accusé la présence dans les os récents. Nous l'y avons vainement cherché, et Klaproth (1) et M. Rees n'ont pas été plus heureux que nous Ce dernier chimiste affirme qu'il n'y a point de composés fluoriques dans les matières vivantes, et il prétend que ce qui a induit en erreur à cet égard; c'est le procédé suivi pour rechercher l'acide fluorique, procédé qui a fait prendre pour cet acide l'acide phosphorique qu'entraîne à la distillation l'acide sulfurique qu'on fait réagir sur les os (2). Il est bien difficile d'admettre qu'un chimiste aussi exercé que M. Berzélius ait pu commettre une pareille méprise. Quoi qu'il en soit, il ressort toujours de ces faits contradictoires que la présence du fluorure de calcium dans les os récents, s'il y en a réellement, est purement accidentelle et non constante; et que, puisque ce sel existe dans tous les os fossiles, il faut nécessairement qu'il y parvienne par voie d'infiltration du dehors, car la *minéralisation* ou la *fossilisation* n'a pas plus le pouvoir de créer des matières minérales de toutes pièces, que la *force vitale* dans les organes vivants.

» De la présence constante du fluorure de calcium dans les os fossiles proprement dits, et de l'absence ou de l'extrême rareté de ce sel dans les os récents, on peut tirer un caractère certain pour prononcer sur l'origine de certains ossements enfouis dans les cavernes ou dans les couches minérales du sol. Lors donc que l'analyse démontre dans un ossement inconnu du fluorure de calcium en proportions notables, il y a mille à parier contre un que c'est un os fossile d'animal antédiluvien, et non un os humain.

» Nous n'hésitons pas, d'après cela, à considérer comme *fossile* le fragment roulé de l'*Otarie à crinière* du détroit de Magellan, que M. E. Deslongchamps nous a envoyé sous l'étiquette d'*os non fossile*; car nous y avons trouvé une énorme proportion de fluorure de calcium associé à de la silice, 22, 21 pour 100 (*analyse* 17).

» 7°. La silice et l'alumine qu'on trouve dans beaucoup d'os fossiles ou anciennement enfouis, et parfois en très-fortes quantités, sont, pour ainsi dire, étrangères à la constitution des os, et viennent manifestement du sol.

---

(1) Klaproth, *Journal de Physique*, t. LXII, p. 225.

(2) Rees, *The Athenæum*, 1839, p. 675. — *Edimb. Journal*, janvier 1840.

» 8°. La coloration de certains os anciennement enterrés ou de quelques os fossiles n'est pas toujours due à la même substance.

» Il y a des os humains (*analyse* 7) dont la belle couleur verte est due à du carbonate de cuivre.

» D'autres doivent leur couleur violette ou pourpre à une matière colorante organique.

» Les os fossiles colorés en bleu, en bleu verdâtre ou en vert, doivent leur teinte à du phosphate de fer.

» 9°. Les concrétions connues des géologues sous le nom de *coprolites* sont bien, ainsi que l'avait pensé le professeur Buckland, des excréments ou plutôt des excrétions urinaires et fécales des *Ichthyosaurus* et autres grands reptiles fossiles, excrétions analogues aux urines boueuses des serpents et autres reptiles de notre époque, puisque nous y avons trouvé des urates alcalins en proportions très-notables, accompagnés de phosphate, de carbonate et d'oxalate de chaux. La composition de ces coprolites les rapproche tout à fait du *guano* des îles de la mer du Sud.

» 10°. La chair momifiée, ou plutôt le dernier résidu de la putréfaction des cadavres, ce qu'on appelle enfin vulgairement le *terreau animal*, renferme, en proportions très-considérables, une matière organique très-riche en carbone et en azote, identique par ses propriétés et sa composition élémentaire avec l'*acide azulmique* de Polydore Boullay.

» La formation de cet acide, pendant la putréfaction des chairs, n'a rien qui doive surprendre, puisqu'on sait qu'il prend naissance dans la décomposition spontanée de l'acide cyanhydrique pur en vases fermés, dans celle du cyanhydrate d'ammoniaque, du cyanogène dissous dans l'eau, dans la réaction du cyanogène sur les bases alcalines, qu'il se produit enfin aux dépens de presque tous les composés cyaniques. Or, dans la putréfaction des matières animales il se forme, comme on sait, beaucoup de ces composés cyaniques dont une partie peut facilement, sous l'influence de l'eau ou des bases alcalines toujours présentes, se métamorphoser en acide azulmique, qui a pour formule C^5Az^2H. Polydore Boullay a d'ailleurs démontré que la gélatine, chauffée avec la potasse caustique, se convertit en partie en acide azulmique. Cette transformation que la chaleur détermine, l'action lente du temps peut également l'accomplir; car ce sont deux influences qui se remplacent fort souvent dans les réactions chimiques. Il n'y a donc rien d'anormal dans cette production spontanée de l'acide azulmique pendant la putréfaction lente des cadavres enfouis sous terre, et ce fait curieux, que nous avons eu le bonheur de découvrir, s'explique très-facilement.

» 11°. Certains os fossiles, retenant une certaine quantité d'eau hygroscopique (*analyses* 8, 10, 15, etc.), on s'exposerait à commettre des erreurs graves dans le dosage de la matière organique, si l'on calculait la quantité de celle-ci par la perte que les os subissent par la calcination. Cette remarque avait déjà été faite par M. Berzélius.

» Telles sont les principales conséquences que nous avons cru pouvoir déduire de nos recherches sur les os anciens et fossiles, et sur quelques autres résidus de la putréfaction des corps. Les faits nouveaux que ces recherches nous ont dévoilés doivent maintenant prendre rang dans l'histoire des phénomènes de la décomposition spontanée des matières organiques, sujet aussi vaste qu'intéressant, qui est encore bien loin d'être épuisé, et dont l'étude plus approfondie promet une riche moisson de découvertes curieuses à ceux qui voudront ou pourront s'y livrer avec suite et habileté. »

Communication de M. Becquerel *à l'occasion de la présentation du premier volume de la* Physique appliquée. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le premier volume d'un *Traité de Physique considérée dans ses rapports avec la Chimie et les sciences naturelles*. Cet ouvrage étant conçu sur un plan nouveau, je prends la liberté de lui exposer la marche que j'ai suivie, afin qu'elle puisse avoir une idée du but que je me suis proposé dans cette publication.

» Depuis la fin du siècle dernier, et même le commencement de celui-ci, la Physique et la Chimie ont pris un tel essor, qu'elles peuvent aujourd'hui se prêter un mutuel appui, et répandre de vives lumières sur la Physiologie et les diverses branches des sciences naturelles. Pendant longtemps ces sciences sont restées isolées, parce qu'il fallait d'abord les développer et les étendre, afin de songer à trouver entre elles des rapports, c'est-à-dire découvrir des faits, les étudier sous toutes leurs faces, puis les classer et les analyser, afin d'arriver à la connaissance des principes, en évitant toutefois de s'élever trop rapidement des faits particuliers aux principes généraux, comme on est souvent trop enclin à le faire. Mais si la méthode analytique, qui consiste à diviser pour arriver plus sûrement aux principes, produit de grands résultats, il ne faut pas l'adopter à l'exclusion de la méthode synthétique, qui rapproche les parties pour arriver au même but, surtout lorsque l'on considère une science dans ses rapports avec plusieurs autres. Cette dernière méthode doit être employée pour cimenter, entre

les sciences physiques, chimiques et naturelles, l'alliance qu'on cherche à établir de toutes parts depuis que les faits débordent les cadres dans lesquels on cherche à les renfermer, et offrent des rapports plus ou moins faciles à saisir.

» Avant d'entrer en matière, j'ai cru convenable de présenter un tableau assez étendu des progrès de la Physique générale, dans ses rapports avec les sciences qui en dépendent et la civilisation, depuis les temps les plus anciens jusqu'à notre époque. En agissant ainsi, je me suis écarté, à la vérité, de la route suivie dans les Traités ordinaires de Physique; mais aussi l'ouvrage est conçu sur un plan tout à fait différent. Dans ces traités, on s'occupe particulièrement des principes généraux, tandis que dans mon ouvrage, tout en présentant ces principes d'une manière différente, je m'attache surtout aux applications et aux rapports, de sorte qu'un précis historique devenait nécessaire. Je me suis occupé ensuite des forces qui régissent la matière, et dont j'ai fait une étude toute spéciale. Les molécules des corps sont soumises à plusieurs systèmes de forces qui produisent des actions attractives et des actions répulsives : suivant que les premières l'emportent sur les secondes ou sont vaincues par elles, les corps sont solides, liquides ou gazeux. Les molécules étant tenues à des distances plus ou moins grandes, suivant l'état des corps, il existe donc entre elles des espaces interstitiels où les agents impondérables luttent sans cesse avec les principes matériels. C'est dans ces espaces, dont l'étendue échappe à nos sens, que s'opèrent les phénomènes de l'électricité, de la chaleur, de la lumière, des affinités et de l'attraction moléculaire. C'est donc là que l'on doit chercher les agents producteurs, pour étudier leurs propriétés et la masse d'action de chacun d'eux sur les molécules. Pour atteindre ce but, il faut, après avoir acquis une connaissance de ces corps, constater l'existence des agents impondérables, les retirer des espaces intermoléculaires par tous les moyens possibles, et examiner ensuite comment ils concourent, soit isolément, soit simultanément, à la composition, à la formation des corps, et enfin chercher le mode d'action de chacun d'eux pour modifier les propriétés physiques des corps jusqu'au point de les décomposer. Mais comme la Physique, envisagée sous ce point de vue, ne peut être cultivée fructueusement qu'autant que l'on possède des notions générales sur la formation et la structure des corps, s'ils sont bruts, et leur organisation, s'ils appartiennent aux classes des animaux et des végétaux, j'ai cru convenable, en conséquence, d'exposer les données les plus indispensables à cet égard. En agissant ainsi, j'ai voulu éviter au lecteur qui ne s'en

serait pas occupé, la peine de recourir à des ouvrages spéciaux, dans lesquels ces données ne seraient peut-être pas présentées dans un cadre assez resserré pour en prendre sur-le-champ une idée générale. Autre considération : dans la Physique appliquée, chaque corps est considéré comme un instrument dont on interroge toutes les parties pour en obtenir des effets dépendants de leur constitution ou de leur organisation et de leurs rapports réciproques. Mais, de même que l'on décrit un instrument avec lequel on doit expérimenter, de même aussi il faut avoir des notions sur les corps dont on veut étudier les propriétés physiques.

» Les détails dans lesquels je viens d'entrer pourront donner à l'Académie une idée de l'ouvrage que je publie dans ce moment, et dont le second et dernier volume paraîtra dans le courant ou vers la fin de l'année prochaine. »

M. Francoeur fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son « Mémoire sur l'Aréométrie ». (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur des hélices destinées à l'impulsion des bateaux à vapeur, présentées par* M. Sauvage.

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert, Séguier rapporteur.)

« De louables efforts sont tentés pour substituer aux roues à aubes des bateaux à vapeur, des organes d'impulsion moins volumineux, mieux appropriés au service maritime, plus en rapport avec l'armement militaire. Déjà plusieurs tentatives de ce difficile problème vous ont été présentées, et l'appareil dit palmipède, de M. de Jouffroy, fils de celui qui le premier a fait naviguer avec succès un grand bateau à l'aide de la vapeur, a reçu votre approbation.

» La France, qui a vu naître, en 1788, à Baume-les-Dames, l'invention de la navigation à vapeur, aura encore l'honneur de voir éclore chez elle ses plus importantes modifications. Aujourd'hui, nous venons un instant réclamer votre bienveillante attention en faveur d'expériences tentées par un ex-constructeur français de Boulogne-sur-Mer, devenu mécanicien fort ingénieux. Vous trouverez, messieurs, quelque opportunité dans la demande que vous a adressée M. Sauvage, afin de répéter sous les yeux

d'une Commission, avec des modèles construits à l'échelle, les expériences auxquelles il s'est déjà livré plus en grand, si nous vous disons qu'en ce moment même des ingénieurs anglais importent en France les mêmes idées, dont M. Sauvage a pris le soin de se garantir la propriété par un brevet, pris déjà à une époque assez reculée.

» Le moyen d'impulsion soumis à l'examen de votre Commission consiste dans la substitution d'hélices aux roues latérales. M. Sauvage propose d'armer les navires de guerre de deux organes de ce genre, complétement immergés, et appliqués au navire sous les formes rentrées de l'arrière; en terme de marine, sous les fesses du navire.

» L'installation de ces organes, qui agissent dans une direction parallèle à la quille, peut se faire sans aucune modification notable à la construction marine actuelle. Ses hélices sont composées d'une seule révolution autour de leur axe, et dont le pas est égal au diamètre; elles diffèrent essentiellement d'organes de même nature, proposés par ses rivaux d'outre-mer, et acceptés par l'administration de la marine à titre d'essai, pour un des vaisseaux de l'État.

» L'inventeur français, convaincu par de nombreuses expériences que la forme par lui définitivement adoptée est préférable à toute autre, a désiré que vous en fussiez juges; nous avons l'honneur de vous rendre compte de ce qui s'est passé sous nos yeux.

» Un modèle de brick de guerre a été pourvu de deux hélices à une seule révolution continue: un mouvement rotatoire rapide ayant été communiqué à ces organes au moyen d'un mécanisme d'horlogerie, le petit navire a été capable de faire équilibre à un poids de 200 grammes après lequel il était amarré, et sur lequel il agissait à la façon d'un bateau remorqueur. Des hélices de même surface, mais divisées en deux sections, ont été substituées aux précédentes, pour que le navire ainsi installé restât capable de faire équilibre au poids; il a dû être réduit à 180 grammes. Des hélices divisées en trois parties, mais représentant toujours exactement la même surface de point d'appui sur le liquide dans leur développement total, ayant à leur tour remplacé les secondes, le poids, pour être soutenu en équilibre, a dû être ramené à 140 grammes. M. Sauvage, par des expériences plusieurs fois répétées, trouve que la puissance de son hélice, comparée à celle des autres d'une construction différente, est dans un rapport comme 20 est à 18 et à 14.

» M. Sauvage est jaloux d'assurer à la France la priorité d'une application qu'il a lui-même portée à un degré de perfectionnement supé-

rieur à celui atteint par ses concurrents; il aurait voulu rendre l'Académie tout entière spectatrice de ces essais pleins d'intérêt, quoique répétés sur une très-petite échelle. La Commission conclut des expériences auxquelles elle a assisté, qu'à l'échelle de ces essais, des hélices d'une simple révolution, mais continue, sont préférables à des hélices à doubles ou triples filets, ne faisant chacune qu'une demie ou un tiers de révolution, quoique offrant toutes en somme une surface égale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarques à l'occasion du Mémoire de* M. Maurice *sur l'invariabilité des grands axes; par* M. WANTZEL.

(Commissaires, MM. Cauchy, Sturm, Duhamel.)

« M. Maurice s'est efforcé de répondre, dans la séance du 19 septembre, à une objection formulée par M. Liouville dans une séance précédente. Voici une autre considération qui me semble renverser toute la démonstration, lors même que la réponse de l'auteur pourrait être regardée comme suffisante.

» En supposant, avec M. Maurice, que l'inégalité du grand axe du deuxième ordre, par rapport aux masses, puisse se mettre sous la forme

$$\delta a_2 = \Sigma \mathrm{A} n(t + l),$$

et que

$$d.\delta a_2 = ndt\Sigma\mathrm{A} + ndl\Sigma\mathrm{A},$$

on ne peut pas néanmoins conclure que $\Sigma\mathrm{A}$ est nul. En effet, il est vrai que si l'on remplace dl par $-\frac{2a^2}{\mu}\frac{d\mathrm{R}}{da}dt$, on introduit un terme affecté de $\frac{d\mathrm{R}}{da}$ qui ne doit pas entrer dans l'expression complète de δa; mais ce terme est du troisième ordre par rapport aux masses, et doit être rejeté de la valeur de $d.\delta a_2$ sans qu'on en puisse conclure qu'il est nul, car il pourrait se réduire avec d'autres termes tirés de δa_3.

» On voit donc que la démonstration de l'auteur ne s'applique même pas aux termes du second ordre. »

CHIRURGIE. — *Sur les rétrécissements de l'urètre; par* M. CIVIALE.

(Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un Mémoire imprimé, mais non encore publié, sur l'anatomie pathologique des rétrécissements de l'urètre Dans ce travail, dont un extrait fut présenté à l'Académie il y a quelques mois, j'ai examiné trois questions importantes, savoir : Quels sont les états morbides qui constituent les rétrécissements urétraux? A quels états matériels ceux-ci donnent-ils lieu quand on les néglige? A quels désordres exposent, dans le traitement, les préceptes établis par les ouvrages de chirurgie?

» Aucune de ces questions n'avait été approfondie jusqu'ici, parce que les faits manquaient. En réunissant ceux qui existent dans les livres, ceux que m'a fournis depuis vingt ans une pratique très-étendue, et ceux que j'ai récemment recueillis dans les riches musées de Londres, j'ai pu espérer d'y porter enfin quelque lumière.

» 1°. Généralement on suppose que la lésion organique qui constitue le rétrécissement est une production accidentelle développée à la surface interne du canal, dont elle diminue le calibre, et on se propose de détruire cette production. J'ai prouvé qu'au lieu de siéger à la surface du canal, l'altération, quoique variable suivant les cas, occupe l'épaisseur de ses parois, que la membrane muqueuse la recouvre, et ne diffère même pas sensiblement de ce qu'elle est sur les points non atteints. Cette seule démonstration fait ressortir les vices des méthodes de traitement accréditées, qui ne peuvent détruire la production morbide qu'en détruisant les parois elles-mêmes de l'urètre.

» 2°. Le siége des retrécissements n'avait point été déterminé avec précision. On le plaçait surtout à la partie membraneuse de l'urètre. J'ai démontré qu'on n'en rencontre point dans cette portion du canal. D'où il suit qu'en portant sur elle le caustique ou l'instrument tranchant, comme on le fait si souvent, c'est sur les parties saines, et non sur les points malades, qu'on agit.

» 3°. Jusqu'ici les mêmes moyens ont été appliqués à tous les rétrécissements, sans distinction de siége. J'ai établi que, ceux-ci n'étant pas de même nature au méat urinaire, à la partie spongieuse et à la courbure sous-pubienne, c'est-à-dire dans les trois points où ils se rencontrent le plus souvent, la méthode à suivre ne saurait être la même dans tous les cas.

» 4°. On avait remarqué depuis longtemps que, parvenus à un certain degré, les rétrécissements urétraux produisent des effets fort différents, même dans des cas en apparence analogues; mais on n'avait pas saisi la cause de cette différence. J'ai fait voir que cette cause tient à l'état auquel passe la vessie, qui tantôt s'atrophie, tantôt s'hypertrophie, distinction de la plus haute importance sous le point de vue du diagnostic et de la thérapeutique, puisque les lésions qui surviennent dans la partie profonde de l'urètre ne sont et ne sauraient être les mêmes dans les deux cas.

» 5°. On pense généralement que les principales altérations organiques existent dans la portion rétrécie de l'urètre. J'ai mis en toute évidence que cette opinion est fausse, que les désordres les plus importants sont ceux qui surgissent derrière la coarctation. Cette donnée a beaucoup de portée; car faire connaître le véritable siége du mal, c'est mettre à même de l'atteindre ou, s'il est déjà réfractaire, conduire à ne pas tourmenter un malheureux malade par des moyens qui ne font qu'ajouter à ses souffrances, quand ils n'abrégent pas ses jours.

» 6°. Ce n'était pas seulement le siége, mais encore la nature des désordres survenus dans la partie profonde de l'urètre, derrière le rétrécissement, qu'il fallait déterminer. C'est ce que je crois avoir fait, en déroulant le long tableau des phlegmasies chroniques qui envahissent cette région du canal, le col et le corps de la vessie, des ulcérations, des abcès, des infiltrations urineuses qui en sont la conséquence, de l'ampliation des parties membraneuse et prostatique de l'urètre, de la dilatation des conduits prostatiques et séminifères, enfin des états morbides de la prostate et du col vésical, si peu connus jusqu'ici, et pourtant si dignes de l'être, en raison surtout des changements qu'ils impriment à la direction du canal excréteur de l'urine. Les faits que j'ai recueillis ont fait disparaître ce qu'il y avait de plus vague et de plus incertain dans cette importante branche de la pathologie chirurgicale, et mis sur la voie de prévenir ou au moins de diminuer les accidents de la pratique ordinaire.

» 7°. Je me suis surtout attaché à faire ressortir les désordres qu'entraînent le cathétérisme et les divers agents curatifs employés contre les rétrécissements. Il suffit, en effet, de promener ses regards sur les collections de pièces pathologiques pour être frappé de la fréquence des fausses routes au col de la vessie, et dans la partie de l'urètre située derrière le rétrécissement, alors même qu'on croirait à l'impossibilité de s'égarer. Mais, en signalant de tels malheurs, l'anatomie pathologique enseigne à les prévenir. »

MÉDECINE. — *Sur certains cas de névralgie et de surexcitation nerveuse, dans lesquels la surface du corps des malades est fortement électrique et donne des étincelles.* Note de M. **Ducros.**

(Commission nommée pour de précédentes communications du même auteur.)

MATHÉMATIQUES. — *Nouvelle théorie des rapports et des proportions, suivie d'un théorème général sur les proportions dont les rapports sont incommensurables; nouvelle théorie des parallèles;* par M. **Marchand.**

(Commissaires, MM. Lacroix, Sturm, Francœur.)

M. **Benevel de la Chiesa** soumet au jugement de l'Académie le projet d'un *nouveau télégraphe*,

Et M. **Dujardin** celui d'un *télégraphe de nuit,* dans lequel il fait usage de verres diversement colorés.

Ces deux Notes sont renvoyées à l'examen de la Commission chargée de faire un Rapport sur plusieurs communications relatives à la télégraphie.

M. **Devismes** adresse une Note ayant pour objet de repousser les accusations de plagiat qui ont été portées contre lui à l'occasion du fusil à chambres tournantes qu'il avait présenté dans la séance du 26 septembre.

« Dans les pistolets américains, dit M. Devismes, comme dans ceux que l'on fait sur le même modèle en Belgique, il y a autant de canons que de coups à tirer; dans mon fusil il n'y a qu'un seul canon pour les six coups. J'ai tout simplement greffé mon système sur le système de rotation déjà connu. Quant au fusil à cinq coups de M. P. Mathieu, il n'y a entre cette arme et la mienne aucune analogie mécanique. J'ajouterai que je n'ai pas pris de brevet d'invention pour cette arme, d'où il est résulté qu'on a pu en fabriquer sur le même modèle sans avoir besoin de mon autorisation, et qu'on a en effet présenté une de ces copies comme pièce de conviction contre moi. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. *le Secrétaire,* après avoir donné communication de cette pièce, ajoute qu'il a reçu une réponse anticipée à la Lettre que M. Devismes avait annoncé l'intention d'écrire. Il y a dans cette précipitation quelque chose de si inso-

lite, que le Bureau a cru devoir regarder la communication comme non avenue.

M. **Verdier** soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de siéges inodores.

(Commissaires, MM. Payen, Séguier, Francœur.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Agriculture** adresse pour la bibliothèque de l'Institut un exemplaire du XLV^e volume des *Brevets d'invention expirés.*

M. **Arago** présente, de la part de M. **Demidoff**, les tableaux des observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk pendant les six premiers mois de 1842, et en fait ressortir toutes les singularités.

M. **Begin** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la section de Médecine et de Chirurgie par suite de la mort de M. *Larrey*. M. Begin joint à cette demande une Notice imprimée sur ses travaux.

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Leymerie** adresse une demande semblable pour la place devenue vacante dans la même section par le décès de M. *Double.*

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. **de Humboldt** communique un Mémoire qu'il a reçu de M. *Agassiz.* Nous en extrairons quelques faits qui ne se trouvent pas dans les lettres de ce jeune naturaliste à M. Arago déjà insérées au *Compte rendu :*

« Je suis parvenu à retirer le thermométrographe qui avait passé l'hiver à 24 pieds de profondeur, et dont la gaîne était prise dans la glace compacte que nous avons fait fondre jusqu'à cette profondeur par des immersions d'eau bouillante. Le flotteur marquait $-0°,3$ centigrade. J'ai ensuite vé-

rifié le zéro, qui coïncidait parfaitement avec le zéro de l'échelle, en sorte qu'il n'y a eu bien réellement qu'un abaissement de 0°,3 à 24 pieds de profondeur pendant l'hiver.

Avant de m'en aller je descendrai de nouveau plusieurs thermométrographes dans le glacier, à diverses profondeurs, pour vérifier encore ce résultat l'année prochaine. J'ai derechef constaté qu'il s'infiltre une quantité d'eau considérable à différentes profondeurs dans le glacier, tant de jour que de nuit. La moyenne de 16 jours, dans le trou de 200 pieds, a été de 5 pieds pendant le jour et de 3 $\frac{1}{4}$ pieds pendant la nuit; dans le trou de 100 pieds, la moyenne de 8 jours a été de $\frac{3}{4}$ de pied pendant le jour et de 1 pied pendant la nuit. Il est digne de remarque que la quantité d'eau accumulée dans ces trous a toujours été beaucoup moindre pour les jours de pluie que pour les jours chauds, et cela s'explique facilement quand on réfléchit à la quantité énorme de glace qui se fond chaque jour sur le glacier lorsque la journée est chaude et que l'on compare cette ablation de la surface à l'effet de la pluie. L'anomalie que semble offrir l'infiltration dans le trou de 100 pieds s'explique par le fait que probablement l'eau qui s'accumule de jour à cette profondeur, au lieu de séjourner, continue à filtrer plus bas. Quant à l'ablation de la surface du glacier, due à la fonte et à l'évaporation, elle a été, en somme, de 11 pieds 8 pouces en 49 jours; mais c'est presque uniquement de jour qu'elle avait lieu, et surtout par les jours secs et chauds; la pluie, quelque abondante qu'elle fût, enlevait beaucoup moins de la surface qu'une journée chaude, à peine la moitié, et rendait la surface du glacier tellement lisse, qu'au lieu de s'infiltrer, l'eau s'écoulait rapidement dans les crevasses et dans les trous de cascade qui pénètrent à d'assez grandes profondeurs; tandis que, par des jours chauds, toute la surface devient spongieuse et très-raboteuse, et l'eau de fonte s'écoule plus difficilement. Les tentatives que j'ai faites pour déterminer la durée de l'écoulement de la masse d'eau qui pénètre dans l'intérieur du glacier, jusqu'à sa sortie dans l'Aar, ne m'ont encore donné aucun résultat positif, et je désespère d'y parvenir, à moins de construire un râtelier à l'extrémité inférieure du glacier, pour déterminer la hausse et la baisse de l'Aar avant sa jonction avec les eaux de la partie inférieure du Grimselgrund.

» Une série de 23 jours d'observations sur le mouvement diurne et nocturne du glacier a donné pour moyenne de l'avancement de jour (à 600 pieds du bord du glacier) 16 $\frac{1}{2}$ lignes, et pour la nuit, 19 lignes et une fraction minime. Ce fait est le plus significatif que je connaisse en faveur de la théorie de la dilatation. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau procédé pour obtenir l'indigotine.* — Extrait d'une Lettre de M. **Fritzsche** à M. *Chevreul.*

« M'occupant toujours de l'indigo, quoique dans l'intention de détruire sa couleur, mes expériences m'ont cette fois conduit à une méthode pour préparer du bleu d'indigo pur, que je crois d'autant plus digne de l'attention des chimistes, qu'elle donne le bleu d'indigo sous forme cristalline, et aussi facilement que rapidement. Depuis longtemps déjà j'avais observé que l'indigo, traité par une dissolution alcoolique de potasse, donnait, dans certaines conditions, de petites quantités de bleu d'indigo en paillettes, et, en répétant mon procédé, je suis parvenu à reproduire immanquablement le même résultat. C'est une simple réduction de l'indigo, où l'on emploie, au lieu d'eau, de l'alcool, et, parce que les substances employées ordinairement pour effectuer la réduction ne sont pas solubles dans l'alcool, au lieu de celles-ci, du sucre de raisin; par la même raison, il faut substituer à la chaux, la potasse ou la soude; mais comme toutes ces substances, excepté l'alcool, ont déjà été employées, la méthode consiste essentiellement dans l'emploi de l'alcool. Voilà comme je procède : je prends, sur une partie d'indigo du commerce, une partie de sucre de raisin; je les mets dans une bouteille qui peut contenir 40 parties de liquide, puis je verse dessus de l'alcool chaud jusqu'à la moitié de la bouteille, et j'y ajoute une dissolution d'une partie et demie d'une solution de soude caustique très-concentrée dans l'autre moitié de l'alcool. La bouteille, ainsi remplie et fortement remuée, reste pendant quelque temps en repos, et, après que le liquide est devenu clair, on le retire par un siphon dans une autre bouteille. Le liquide obtenu, aussi longtemps que l'air atmosphérique n'y est pas parvenu, est d'un rouge jaunâtre si foncé, qu'il n'est transparent qu'en couches minces; mais aussitôt qu'il vient en contact avec l'oxygène, il prend une couleur pourpre, et passe, toutefois en opérant avec de petites quantités, rapidement par toutes les nuances du rouge, du violet et du bleu, pendant que toute la quantité du bleu d'indigo se dépose en paillettes plus ou moins grandes, d'après les quantités de liquide et la patience qu'on a eue à laisser se faire l'oxydation assez lentement. Quoique les cristaux soient toujours microscopiques, il suffit pourtant d'un seul regard de l'œil nu pour déclarer que la poudre fine et très-légère qu'ils forment est véritablement cristalline; et, comme toutes les autres substances restent ou indissoutes dès le commencement, ou dissoutes après la précipitation du bleu d'indigo, celui-ci est d'une pureté

qui ne laisse rien à désirer. Après l'avoir mis sur le filtre et lavé avec un peu d'alcool, on n'a plus rien à faire que de le laver avec de l'eau chaude, ce qui s'exécute très-vite. Il se dépose ordinairement sur les cristaux, de petites gouttelettes d'une substance insoluble dans l'alcool, mais très-soluble dans l'eau, provenant de l'action de la soude sur le sucre de raisin, et voilà pourquoi ce lavage est indispensable.

» Il me reste encore à vous dire quelques mots sur le gain en bleu d'indigo, et je suis charmé de pouvoir vous donner des nombres qui satisfassent entièrement. 4 onces d'un indigo très-médiocre du commerce me donnaient de la première infusion 2 onces de bleu d'indigo pur; une seconde infusion sur le résidu ne donnait plus que 1 gros de bleu d'indigo, et le résidu de cette seconde infusion ne contenait plus que très-peu de principe colorant. Cela prouve, il me semble, que cette méthode sera sans doute préférable à toute autre pour reconnaître la valeur des différentes sortes d'indigos du commerce, point de vue que j'ai dû négliger pour le moment, mais sur lequel je reviendrai une autre fois. »

CHIMIE. — *Recherches sur le naphtum; par* M. A. LAURENT.

« J'ai l'honneur de vous adresser la fin de mon travail sur le naphtum.

» Les nouveaux corps que j'ai découverts peuvent, comme les précédents, se partager en deux séries principales.

» La première comprend les radicaux dérivés dont la formule générale est

$$C^{40}(H, Cl, Br)^{16}.$$

» La seconde comprend les combinaisons de ces radicaux avec le chlore et le brome. On peut la diviser en trois classes, dont les formules générales sont

1°. C^{40} (H, Cl, Br) + Cl^4 ou Br^4;
2°. *id.* + Cl^8 ou Br^8;
3°. *id.* + Cl^{10} ou Br^{10}.

» Les nouveaux corps de la première série sont:

» 1°. Un nouveau chlonaphtèse $C^{40}H^{12}Cl^4$. C'est le septième isomère. On le prépare en traitant le ninaphtèse par le chlore.

» Trois nouveaux chlonaphtises :

2°. Le chlonaphtise *b* $C^{40}H^{10}Cl^6$;
3°. *id.* *g* *id.*
4°. *id.* *dd* *id.*

» Les chlonaphtises se rapprochent encore des chlonaphtèses et des chlonaphtoses par le nombre des isomères. Ainsi il y a 7 chlonaphtèses, 5 chlonaphtises et 4 chlonaphtoses.

5°. Le bromanchlonaphtone........	*a*	$C^{40}H^9Cl^6Br$;
6°. Le bromachlonaphtose..........	*b*	$C^{40}H^8Cl^6Br^2$;
7°. *id*....................	*a*	*id.*
8°. Le broméchlonaphtose.........	*b*	$C^{40}H^8Cl^4Br^4$;
9°. Le bromachlonaphtune........	*b*	$C^{40}H^7Cl^7Br^2$;
10°. Le bromenchlonaphtune........	*x*	$C^{40}H^7Cl^6Br^3$;
11°. Le bronaphtuse...............	*x*	$C^{40}H^6Br^{10}$;
12°. Le chlonaphtalise.............	*b*	$C^{40}Cl^{16}$.

» La seconde série renferme :

Première classe

13°. Le sous-chlorure de bronaphtase...	$C^{40}H^{14}Br^2$	$+ Cl^4$;
14°. Le sous-bromure de chlonaphtise...	$C^{40}H^{10}Cl^6$	$+ Br^4$.

Deuxième classe.

15°. Le chlorure de bronaphtèse.......	$C^{40}H^{12}Br^4$	$+ Cl^8$;
16°. Le chlorure de broméchlonaphtise...	$C^{40}H^{10}Cl^2Br^4$	$+ Cl^8$;
17°. Le bromure de chlorébronaphtine...	$C^{40}H^{11}BrCl^4$	$+ Br^8$;
18°. Le bromure de chlorébronaphtèse...	$C^{40}H^{10}Br^2Cl^2$	$+ Br^8$.

Troisième classe.

19°. Le perchlorure de bronaphtèse...	$C^{40}H^{12}Br^4$	$+ Cl^{10}$.

» Ces nouveaux composés ne s'accordent pas plus que les précédents avec la loi des substitutions, même ceux qui paraissent lui être favorables. Tel est le chlonaphtalise, dont la composition peut se représenter par du naphtum, moins tout son hydrogène, plus son équivalent de chlore. Car, pour transformer le naphtum en chlonaphtalise, il faut traiter successivement ces produits par le chlore, la potasse, la distillation, etc.

» Je citerai encore le perchlorure de bronaphtèse, qui perd 2 atomes d'hydrogène sans substitution sous l'influence du chlore.

» D'un autre côté, tous les composés de la seconde série qui, suivant cette théorie, devaient être des hydrochlorates ou des hydrobromates, ne

renferment pas d'hydracide, puisque les composés bromurés laissent dégager du brome sous l'influence de la chaleur.

» Sous le rapport de la forme cristalline, la première série est venue confirmer ce que j'ai avancé dans mon premier Mémoire. On y remarque encore deux formes principales auxquelles tous les cristaux se rapportent. Non-seulement les corps de la série cristallographique *a* ont les mêmes angles, mais ils se ressemblent tellement, qu'au premier aspect, sans mesure, on les distingue de tous les autres. J'en dirai autant des composés de la série *b*.

» Les corps de la seconde série m'ont offert, sous le rapport cristallographique, des particularités très-curieuses.

» Le sous-chlorure de bronaphtase est isomorphe avec les chlorures de naphtum et de chlonaphtase. Cependant, d'après le nombre des atomes, il semblerait que leur constitution n'est pas la même. Voici, en effet, les formules de ces trois chlorures.

Chlorure de naphtum	$C^{40}H^{16} + Cl^8$;
Chlorure de chlonaphtase...	$C^{40}H^{14}Cl^2 + Cl^8$;
Sous-chlorure de bronaphtase	$C^{40}H^{14}Br^2 + Cl^4$.

» La seconde classe offre plusieurs chlorures et bromures isomorphes avec le chlorure de naphtum; la troisième classe présente un fait semblable à celui du sous-chlorure de bronaphtase : le perchlorure de bronaphtèse est isomorphe avec la seconde variété du chlorure de chlonaphtase; cependant ces deux chlorures ne renferment pas le même nombre d'atomes.

» Parmi les composés de la deuxième classe, il y en a qui sont isomorphes entre eux et hémimorphes avec d'autres chlorures et bromures.

» Au milieu de toutes les formes cristallines des corps de la première série et de ceux des trois autres classes, on remarque qu'il y a quelque chose de commun, qu'il y a probablement hémimorphisme entre tous ces composés, quel que soit le nombre d'atomes qu'ils renferment. Je vais citer quelques exemples.

» Tous les radicaux de la série *b* sont des prismes obliques à base oblique. Les trois faces sont inclinées les unes sur les autres, presque de la même quantité; les angles sont de 101, 102 à 103°.

» Dans la seconde classe, on rencontre un grand nombre de prismes droits ou obliques à base rhombe ou de parallélogramme obliquangle.

Dans ces trois espèces de cristaux les pans sont inclinés l'un sur l'autre d'environ 109°, tandis que les bases des prismes obliques, ou les facettes modifiantes des prismes droits, sont inclinées sur les pans de 109° environ.

» Dans le premier cas l'on a trois angles différents, qui varient de 101 à 102 et 103°.

» Dans le deuxième cas, les angles correspondants varient de 108 à 109 et 110°.

» Parmi les cristaux de la deuxième classe, il y en a quelques-uns dont les pans font des angles de 101 à 102°, et parmi les radicaux, on en rencontre un qui les lie avec les corps de la deuxième classe. En effet, les trois angles sont de 107, 108 et 109°. Il existe encore un autre rapprochement dans un chlorure de la seconde classe : ses pans sont inclinés l'un sur l'autre de 106°, tandis que les modifications des bases sont inclinées de 108° sur les pans.

» Il me semble que l'hémimorphisme qui règne dans la série naphtique, même entre les corps qui ne renferment pas le même nombre d'atomes, peut trouver son explication dans les considérations suivantes :

» Tous les composés de la première classe, au nombre de 50 environ, sont indécomposables par les alcalis et par la distillation, quelque grand que soit le nombre d'atomes négatifs qu'ils renferment.

» Tous les composés de la seconde classe sont décomposés par ces deux agents, quelque petite que soit la quantité de chlore ou de brome au delà du radical, et les produits que l'on obtient dans ce cas appartiennent toujours à la première classe.

» Il paraît donc qu'il existe dans tous ces composés quelque chose de commun, un groupe fondamental, ou, en empruntant une image à la cristallographie, une forme primitive ou un noyau constitué par l'arrangement de 40 atomes de carbone et 16 atomes d'hydrogène, de chlore, de brome, d'acide hyponitrique ou sulfureux. Ce groupe forme ce que j'ai appelé, il y a six ans, le radical fondamental, ou le radical dérivé. Tous ces noyaux sont indécomposables par les alcalis et la chaleur. Ils ont la même forme, à moins qu'il n'y ait dimorphisme ou polymorphisme ; ils ont les mêmes propriétés fondamentales, le même arrangement moléculaire.

» Si maintenant, autour de ce système planétaire solidement établi, on fait graviter quelques atomes de chlore ou de brome, ces atomes se comporteront avec le groupe central comme si celui-ci ne formait qu'un seul corps; ils altéreront légèrement ses dimensions dans tel ou tel sens, mais ils n'en détruiront pas l'harmonie générale. Le noyau et ses satellites for-

meront un système dont l'arrangement pourra être peu différent de celui du noyau seul. Il y aura hémimorphisme entre le noyau et le système total.

» Mais vient-on à mettre ce système sous l'influence d'un agent qui, comme la chaleur ou la potasse, tendra à la fois à dissocier les éléments et à augmenter l'affinité des corps négatifs pour l'hydrogène, alors il pourra arriver deux cas :

» 1°. Ou bien les satellites se dégageront et l'on obtiendra de nouveau le groupe central

$$(C^{40}H^{12}Cl^{4}) + Br^{8} \text{ distillé} = (C^{40}H^{12}Cl^{4}) + \text{dégagement de } Br^{8};$$

» 2°. Ou bien une partie des satellites s'emparera, par l'augmentation de son affinité, d'un certain nombre d'atomes d'hydrogène du noyau, tandis que l'autre partie de ces satellites sera retenue par le noyau, dans lequel elle ira combler la lacune occasionnée par le départ de l'hydrogène :

$$\left(\underset{a}{C^{40}H^{12}Cl^{4}}\right) + Cl^{8} \text{ distillé} = \left(\underbrace{C^{40}H^{8}Cl^{4}Cl^{4}}_{b}\right) + H^{4}Cl^{4} \text{ qui se dégage.}$$

On obtiendra donc un nouveau noyau *b* semblable au premier *a* et isomorphe avec lui.

» Il existe encore une singulière propriété qui est commune à ces composés : presque tous sont allotropes. Les composés de la seconde classe ont deux points de fusion très-différents l'un de l'autre : il y en a qui sont fusibles à 110, 120° et qui peuvent se solidifier soit à cette température, soit à 20, 30 ou 40° plus bas; ils peuvent même descendre jusqu'à la température ordinaire avant de se solidifier, et alors on remarque que la forme cristalline est différente. Parmi les radicaux, il existe un chlonaphtise qui, après avoir été fondu, se solidifie en une masse cristalline translucide. Si, quelques secondes après, on vient à le toucher le plus légèrement possible en un seul point avec une barbe de plume, subitement un nuage opaque se répand sur toute la masse. Si l'on refond la masse encore translucide, on voit très-distinctement qu'elle est formée de sphères radiées, et si l'on refond la masse opaque, on distingue facilement qu'elle est formée de petits prismes. Ainsi, par le plus léger ébranlement, la première masse a changé de forme cristalline; de là le changement dans la transparence. On peut obtenir immédiatement la seconde forme cristalline sans passer par la première, et en conservant à la masse solidifiée sa translucidité. Pour cela on refond la masse opaque, mais de manière à en laisser une petite

portion non fondue; alors, par le refroidissement, la partie fondue cristallise en prismes et reste translucide sous l'influence des cristaux qui n'ont pas été refondus.

» Il y a un rapprochement assez curieux à faire entre les deux séries principales isomères des radicaux. Ceux de la série *b* cristallisent en prismes obliques à base oblique, et dont les angles sont de 101, 102 à 103°, c'est-à-dire qu'ils sont presque égaux, et s'ils étaient absolument égaux, les prismes passeraient au rhomboèdre qui pourrait donner des prismes à six pans de 120°. Or tous les cristaux de la série isomère *a* sont des prismes à six pans de 120 à 121°.

» Beaucoup d'autres combinaisons me sont passées entre les mains; mais l'énorme difficulté que l'on éprouve pour séparer tous ces corps les uns des autres, à l'aide d'un seul dissolvant, l'éther, m'a empêché de pousser plus loin ces recherches. Voilà près d'une centaine de composés chlorurés et bromurés; en disant que ce nombre pourrait être décuplé, je ne crois pas me tromper. Ce sujet, approfondi convenablement en opérant sur 30 à 40 kilogr. de naphtum, donnerait certainement la clef de beaucoup de mystères les plus impénétrables de la chimie. Combien de temps se passera-t-il avant que l'on ne découvre un corps qui, comme celui-ci, permettra de produire un millier de combinaisons dérivées à l'aide seulement de deux ou trois corps; combinaisons dont on pourra déterminer exactement la forme cristalline, la densité à l'état solide, liquide et gazeux, le pouvoir réfringent, la chaleur spécifique (elle sera facilement comparable entre ces divers corps), la composition, le point de fusion, etc. Mais, pour traiter convenablement un pareil sujet, un seul homme ne pourrait suffire.

» Permettez-moi, monsieur le Président, de terminer cette Lettre en relevant les erreurs dans lesquelles M. Gerhardt est tombé, à mon égard, dans le dernier Mémoire qu'il vient de présenter à l'Académie. M. Gerhardt a avancé que mes analyses de la série draconique étaient inexactes, que mes acides draconique et nitrodraconésique n'étaient autre chose que les acides anisique et nitroanisique, enfin que la publication de la série anisique était antérieure à celle de la série draconique. C'est le 26 avril 1841 que j'ai présenté mon Mémoire à l'Académie, et ce n'est que le 28 juin 1841 que la présentation de la série anisique a eu lieu. Je viens de me livrer à une nouvelle étude de ces deux séries, elles sont identiques, mais je n'ai rien à changer à mes analyses. J'ai fait de l'acide draconique et de l'acide nitrodraconésique avec de l'essence d'estragon et avec de l'essence d'anis; avec

l'une et l'autre j'ai obtenu exactement les mêmes résultats.

La formule de l'acide draconique est.....	$C^{32} H^{16} O^{6}$
celle de l'acide nitrodraconésique.......	$C^{32} H^{14} Az O^{6}$
celle de l'essence d'anis................	$C^{40} H^{24} O^{2}$
celle du dracole.........................	$C^{28} H^{16} O^{2}$

L'acide anisique n'est que de l'acide draconique, et l'anisole que du dracole. »

CHIMIE. — *Examen de l'eau fournie par le puits foré de la maison de poste d'Alfort; par* M. LASSAIGNE.

« M. Degousée, ingénieur civil, vient d'entreprendre avec succès le forage d'un puits artésien dans le jardin du maître de la poste aux chevaux d'Alfort. Ce puits, qui a une profondeur de 54 mètres, est distant de 70 mètres de la rive gauche de la Marne, en aval du pont de Charenton. L'eau, qui s'élève à 4 mètres au-dessus du sol, est parfaitement claire et limpide; elle n'a aucune odeur ni saveur particulières.

» Je me suis empressé d'examiner les qualités physiques et chimiques de cette eau, et j'ai constaté que sa température, prise à l'embouchure d'un tuyau en zinc de $0^{m},08$ de diamètre, d'où elle sort abondamment, est de $+ 14^{\circ}$ centigrades. La température de l'eau d'un puits ordinaire, le plus profond des environs ($11^{m},3$), est de $+11^{\circ},7$ centigr.

» Cette eau, soumise à l'action des réactifs chimiques, a présenté tous les caractères qu'on remarque dans les eaux non ascendantes des puits ordinaires des environs de Paris; par l'évaporation à siccité, elle a fourni, par litre, $1^{gr},298$ d'un résidu blanc, légèrement déliquescent à l'air. Ce résidu était composé de

Chlorure de sodium............................	$0^{gr},035$
Chlorure de magnésium.........................	0, 073
Sulfate de magnésie...........................	0, 687
Sulfate de chaux..............................	0, 313
Carbonate de chaux............................	0, 181
Carbonate de magnésie.........................	0, 007
Traces de peroxyde de fer.....................	0, 000
	$1^{gr},298$

» Cette eau, qui se rapproche par sa composition des eaux des puits ordinaires, est remarquable par la proportion de sels magnésiens qu'elle renferme. »

MÉDECINE. — *Remarques sur les effets généraux de diverses classes de médicaments ;* Lettre de M. COZE.

« J'avais l'intention de soumettre à l'Académie des Sciences une série d'expériences destinées à expliquer quelques actions spéciales des substances médicamenteuses ; mais plus on s'avance dans le champ des expériences, plus on s'aperçoit de la nécessité de varier et de multiplier ce genre de recherches, afin de bien assurer les conclusions que l'on pourrait en tirer. Je me bornerai donc aujourd'hui à indiquer les idées que m'a fait naître l'étude de certaines classes d'agents employés en médecine. Je crois :

» 1°. Que les substances volatiles introduites dans l'économie tendent à être éliminées par les organes qui donnent, dans l'état physiologique, des sécrétions gazeuses ou des vapeurs, c'est-à-dire par les poumons ou par la peau ;

» 2°. Que les substances qui renferment des principes identiques à ceux qui font normalement partie d'une sécrétion sont éliminées par les organes qui président à cette sécrétion ;

» 3°. Que les substances qui entrent dans la composition d'un organe, étant données comme médicament, se portent vers ce même organe ;

» 4°. Que parmi les matières étrangères à la constitution normale des solides et des fluides de l'économie animale, il en est qui obéissent dans leurs actions à ce que l'on pourrait appeler leur *caractère chimique général*, qu'ainsi les substances acides sont rejetées par les sécrétions acides.

» J'espère que cette manière d'envisager l'action de certains médicaments pourra ouvrir une nouvelle voie aux recherches à faire sur la matière médicale. »

ASTRONOMIE. — *Note sur des observations de Saturne faites à l'Observatoire du Collége romain ; par* M. DE VICO.

« La communication faite par M. Arago, dans la séance du 26 septembre, de quelques observations relatives à la position des centres de Saturne et de son anneau, a donné à M. de Vico l'idée de la Note qu'il adresse aujourd'hui à l'Académie, et qui a pour objet les résultats des observations faites depuis quelques années et sans interruption par les astronomes du Collége romain.

» Les premières observations régulières datent du 29 mai 1828; elles avaient pour objet principal la constitution physique de la planète et de son anneau, le nombre et la nature de leurs bandes, la parfaite visibilité et la révolution des deux satellites les plus rapprochés, l'excentricité relative de la planète et de l'anneau dans le sens de l'équateur, et les variations de cette excentricité et leurs lois encore inconnues. Voici en peu de mots le résumé des faits observés.

» *Satellites.* — L'existence des sept satellites a été confirmée de la manière la plus évidente. Le *premier* de ces satellites, ou le plus éloigné, a disparu plusieurs fois pendant la durée des observations; mais il a été impossible jusqu'ici de savoir si une période régulière et déterminée préside à ces disparitions, qui n'ont pas lieu brusquement, mais graduellement, la lumière du satellite diminuant peu à peu, jusqu'à devenir tout à fait imperceptible. Le *sixième* et le *septième* satellite, découverts par Herschel le 28 août et le 17 septembre 1789, ont été vus pour la première fois, à Rome, en 1138. Voici comment : pendant que l'on regardait l'anneau avec un micromètre formé de lames très-minces et avec un très-fort grossissement, il arriva que la planète fut cachée sous les lames; au même moment les deux satellites apparurent. Depuis cette époque on ne les a jamais perdus de vue, et l'on a pu, à l'aide d'observations convenables, déterminer le temps de leur rotation. Il reste encore quelque correction à faire à la valeur de ce temps tel qu'il a été donné dans le Mémoire de 1838.

» Nous avons été témoins, à ce sujet, d'un phénomène remarquable : sans l'aide des lamelles, aucun observateur n'avait pu voir, avec la lunette de Cauchoix, ces deux satellites; mais à peine avaient-ils été vus avec ce secours, que plusieurs observateurs purent retrouver à volonté le sixième satellite, dès que par le calcul ils connaissaient sa position. Un grossissement de 150 à 200 fois est pour cela plus que suffisant. D'autres, au contraire, ne purent jamais arriver à voir ce satellite sans recourir à l'occultation artificielle de la planète. Il faut dire la même chose du septième satellite quand il est au maximum d'élongation, pourvu que le ciel soit assez pur, et le grossissement de 300 fois au moins. Il est rare qu'on l'aperçoive dans d'autres positions, sans le secours du micromètre occultant. MM. Boccabianca et Sestini, astronomes adjoints, l'ont vu quatre fois seulement avec un grossissement de 200 fois. Herschel aussi n'avait pu le voir avec un télescope de 20 pieds, qu'après l'avoir découvert avec son grand télescope de 39 pieds.

» *Anneau.* — La ligne noire qui règne sur le contour de l'anneau, et qui

fut aperçue par J.-D. Cassini en 1675, est-elle une division réelle ou une simple bande semblable à celles que l'on voit sur le corps de Saturne et de Jupiter? C'est un problème qu'Herschel croyait définitivement résolu; mais d'autres savants révoquent en doute la réalité de la division. Les faits suivants jetteront peut-être une lumière nouvelle sur ce point encore obscur de la science. Des observations continuées à Rome pendant plusieurs années, il résulte :

» 1°. Qu'en outre de la ligne obscure de Cassini, il en existe une seconde plus serrée sur la partie extérieure de l'anneau. Sa trace est parfaitement tranchée, et dans une atmosphère aussi favorable que celle de Rome, elle paraît aussi noire que l'espace obscur qui sépare la planète de l'anneau. On la voit distinctement, quelquefois, sur les deux anses orientale et occidentale de l'anneau, quelquefois sur une seule anse; dans d'autres circonstances elle est invisible. M. Schwabe, qui l'observe assidûment à Dessau, l'appelle la bande d'Enke. Mais quelle est la cause, quelles sont les lois de ces disparitions et de ces réapparitions? Les observations n'ont encore rien révélé à ce sujet. Si ces deux bandes sont des divisions réelles, il s'ensuivra que l'anneau de Saturne est triple.

» 2°. Sur la partie de l'anneau la plus voisine du corps de la planète on aperçoit une troisième ligne, également noire, mais d'une ténuité extrême, qui présente les mêmes phénomènes que la première. Elle est plus rarement visible, et se montre plus souvent sur l'anse orientale que sur les deux anses à la fois. Avec cette nouvelle division l'anneau serait quadruple.

» 3°. Entre cette dernière bande et la bande de Cassini, on a vu plus de trente fois une quatrième ligne très-déliée, tantôt sur une des anses, tantôt sur les deux anses de l'anneau. Quand elle est invisible, on trouve à sa place et dans son voisinage une sorte d'ombre et d'obscurité qui fait mieux ressortir l'éclat des deux portions latérales de l'anneau, c'est-à-dire des portions qui avoisinent, l'une le corps de la planète, l'autre la bande de Cassini. Ce rehaussement d'éclat constitue peut-être le phénomène que M. Arago dit avoir été remarqué par Herschel (*Annuaire* de 1842, p. 558); mais l'astronome anglais ne rencontra pas la quatrième ligne dont nous venons de parler. Si cette ligne constituait une séparation réelle, Saturne serait entouré de cinq anneaux visibles.

» Ces cinq lignes de démarcation se sont-elles montrées toutes à la fois? Oui, et très-distinctement, mais bien rarement, et jamais entièrement sur les deux anses de l'anneau. On peut lire dans les *Comptes rendus* le récit abrégé qu'un homme étranger à l'Observatoire du Collége romain,

et témoin oculaire de nos observations, envoya à l'Académie des Sciences, avec une représentation exacte du phénomène qu'il avait eu sous les yeux.

» *Atmosphère.* — Herschel, dit M. Arago à l'endroit déjà cité, remarqua des changements de teinte dans les régions polaires de Saturne. Il reconnut que la lumière du corps de cette planète est, en intensité, fort au-dessous de celle des anneaux. Il lui trouvait une teinte jaunâtre que la lumière de l'anneau n'avait pas. Un fait plus remarquable et plus concluant est venu nous apporter des données nouvelles sur la lumière de la planète. Un soir que la lunette de Cauchoix était braquée sur Saturne, l'anneau se montra dans sa plus éclatante splendeur, pendant que le corps de la planète avait non-seulement perdu sa lumière habituelle, mais s'était revêtu d'une couleur cendrée et si foncée, qu'elle avait quelque chose de sinistre. Le ciel était très-pur, et le phénomène dura tout le temps que Saturne resta au-dessus de l'horizon. A partir de cette époque, les astronomes romains n'ont pas perdu Saturne de vue, et ont pu constater que l'éclat et la couleur du corps de la planète sont très-variables relativement à l'éclat lumineux de l'anneau.

» *Aplatissement.* — On sait ce qu'Herschel pensait de la figure de Saturne et ce que Bessel a publié sur le même sujet. Les astronomes romains se rangent du côté de M. Bessel. Les observations d'Herschel furent faites dans les mois d'avril, de mai et de juin 1805, à une époque, par conséquent, où l'ouverture de l'anneau était très-grande. De plus, l'inclinaison de 46°38′ de l'axe maximum sur l'axe équatorial de la planète suppose que l'extrémité de cet axe est si rapprochée de l'intersection apparente du globe et de l'anneau, qu'il est alors très-difficile de le mesurer avec exactitude. M. Bessel attribue à ces circonstances le jugement erroné d'Herschel. Ajoutons que si l'interposition de l'anneau entre l'observateur et le corps de la planète joue vraiment un grand rôle dans l'anomalie signalée par l'illustre astronome, la valeur numérique de l'inclinaison observée aurait dû varier à mesure que le plan de l'anneau changeait d'inclinaison par rapport à l'œil de l'observateur. Cette assertion semble être réellement vérifiée, puisque, avec le progrès du temps, l'angle de 46° 38′ a été réduit successivement à 45° 31′, 43° 20′..., ce qui forme une différence de 3° 18′ entre la première et la dernière valeur. Pour un observateur aussi excellent qu'Herschel, qui croyait pouvoir apprécier une différence de quelques dixièmes de seconde entre les deux axes, une variation de 3° 18′ ne peut pas s'expliquer par une simple erreur dans les observations de la première époque. Quoi qu'il en soit, qu'on nous permette d'appeler l'attention sur un autre point

bien digne des recherches des astronomes. Herschel croyait qu'aux extrémités de l'axe maximum, la courbure du disque était très-forte; près des pôles et de l'équateur, il croyait voir, au contraire, des lignes droites sur une assez grande longueur. Eh bien, les courbures observées aux deux pôles ne sont-elles pas sensiblement différentes? Les astronomes romains n'osent encore donner que comme une conjecture un fait qui mérite d'être examiné avec le plus grand soin.

» *Excentricité du globe par rapport à l'anneau.* — Au commencement de 1841, M. Schwabe invita les astronomes de Rome à faire, de concert avec lui, une suite d'observations sur l'excentricité du globe de Saturne relativement à l'anneau. Cette excentricité a été prouvée de la manière la plus évidente; les résultats d'observations continuées pendant plusieurs mois ont été envoyés de Rome à Dessau, mais ne sont pas encore publiés. Ils confirment la variabilité des positions respectives du globe et de l'anneau telle qu'elle fut annoncée par M. Schwabe, le 17 décembre 1827, mais sans rien apprendre sur l'excentricité dans le sens de l'axe de rotation, excentricité que M. Arago a signalée le premier, et à laquelle les astronomes romains n'avaient pas pensé. Cependant, par une rencontre singulière et digne de remarque, le premier dessin de Saturne exécuté à l'Observatoire du Collége romain, en 1838, et adressé à plusieurs savants, montre évidemment que le globe de Saturne déborde plus d'un côté que de l'autre le plan de l'anneau. Cette circonstance, qui avait pu faire supposer dans le dessinateur une certaine ignorance des lois de la perspective, est aujourd'hui une preuve d'autant plus convaincante de l'excentricité, que l'habileté de ce même dessinateur est parfaitement constatée et qu'aucune idée préconçue n'appelait son attention sur le phénomène observé par M. Arago. »

Remarques de M. ARAGO *sur la communication de* M. de Vico.

Après avoir analysé verbalement les recherches de M. de Vico et de ses collaborateurs; après avoir fait ressortir particulièrement les avantages qui résulteront de la précieuse méthode donnée par les astronomes romains, pour observer les *sept* satellites de Saturne avec des instruments d'une puissance modérée, M. Arago s'est demandé quelle cause physique pourrait conduire à l'explication de ces phénomènes de visibilité. Il pense que la cornée, soit à cause de sa teinte spéciale, soit à raison des stries qui la sillonnent, disperse dans tous les sens une portion notable de la lumière

qu'elle transmet, comme le ferait un verre légèrement dépoli. Si un astre éclatant se trouve dans le champ de la vision, la rétine ne peut donc manquer d'être fortement éclairée dans tous ses points. Dès lors les autres astres ne sauraient devenir visibles qu'en prédominant sur cette lumière diffuse.

Ceci posé, lorsque dans les observations de Rome la plaque opaque focale couvrait Saturne, la rétine de l'astronome cessait d'être illuminée par voie de dispersion; les sixième et septième satellites se peignaient sur des fibres nerveuses placées dans une obscurité à peu près complète et produisaient un effet sensible. Saturne venait-il au contraire à se montrer, *toute la rétine* s'éclairait, surtout près de l'image de la planète. Les images des deux faibles satellites étaient dès lors noyées dans cette lumière générale et n'ajoutaient pas assez à son intensité, pour que l'organe le plus délicat parvînt à saisir quelque différence entre les points où elles se peignaient et les points voisins.

Ces considérations générales ont conduit M. Arago à parler des expériences qu'il a faites pour décider une question fort controversée : celle de savoir si jamais des hommes ont pu apercevoir les satellites de Jupiter à l'œil nu.

Quand on regarde Jupiter à l'œil nu, dit M. Arago, cette planète semble formée d'un point central fort lumineux, d'où partent dans tous les sens des rayons divergents. Ces rayons sont plus ou moins longs. Il existe, sous ce rapport, d'énormes différences entre tel et tel observateur. Chez l'un les rayons ne dépassent pas trois, quatre ou cinq minutes de degré; chez d'autres ils s'étendent à douze ou quinze minutes. Pour tout le monde les satellites se trouvent donc ordinairement noyés dans une fausse lumière.

Si nous supposons maintenant que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera plus impossible que les satellites soient de temps en temps aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification.

Pour vérifier cette conjecture, M. Arago a fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors *ne grossit point*. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Eh bien, cela a suffi, dès le premier essai, pour qu'un satellite convenablement écarté de la planète soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire, MM. E. Bouvard, Laugier, Mauvais, Goujon, Fay.

Dès qu'on a établi que les satellites de Jupiter peuvent être aperçus sans grossissement d'aucune sorte, il est évident que l'œil qui réduira les rayons divergents de l'image de la planète, à la longueur que ces rayons conservent dans la petite lunette, découvrira ces faibles astres tout aussi bien que les yeux ordinaires le font en employant l'instrument. Tout porte à croire qu'il existe des yeux naturellement doués de cette perfection : des yeux qui dépouillent les images des objets éloignés et les plus brillants de presque toute fausse lumière.

ASTRONOMIE. — M. **Arago** communique une Lettre qu'il a reçue de M. **Schumacher**, et dans laquelle le célèbre astronome d'Altona montre que M. Vassenius avait déjà aperçu à Gothenbourg, pendant l'éclipse totale de 1733, des protubérances lumineuses entièrement semblables à celles qui ont si vivement fixé l'attention des observateurs de l'éclipse du 8 juillet 1842.

Le *Secrétaire* présente, au nom de M. **Lechi**, des images photographiques coloriées après coup. Ce coloriage, d'après les renseignements qu'a fournis M. Lechi, s'exécute par un moyen fort simple, qui consiste à déposer successivement sur chacune des parties de l'image, une couche uniforme de la couleur locale, couche que l'on enlève presque aussitôt en passant la plaque dans l'eau chaude. Ce qui reste de couleur après cette ablution, ne paraît nuire en aucune façon au modelé de l'image primitive. Une chose remarquable, c'est que l'effet produit est différent de celui qu'on obtiendrait en coloriant une image sur papier, si l'on se contentait de recouvrir d'une couche uniforme toutes les parties dont le ton local est le même. Ici on reconnaîtrait toujours que les ombres ont d'abord été noires; dans les images présentées par M. Lechi, au contraire, les ombres (surtout dans les vêtements, car les chairs portent à peine les traces de couleur) semblent résulter de l'application successive de plusieurs teintes du ton local. Il semble ainsi que les parties noires de l'image primitive retiennent en effet, après le lavage, une plus grande proportion de la matière colorante que les parties claires.

M. **Hornbeck**, qui avait adressé précédemment une série d'observations météorologiques faites dans les îles danoises de l'Amérique, donne aujourd'hui le résultat de la comparaison qui a été faite des instruments dont il s'est servi avec ceux de l'Observatoire de Copenhague.

Tableau des différentes classes de la population des États-Unis en 1840, d'après le dénombrement officiel fait en vertu d'un acte du congrès.

(Communiqué par M. WARDEN.)

États et territoires.	Mineurs.	Agriculteurs.	Commerç.	Manufacturiers, artis., etc.	Marins	Mariniers.	Membres des professions savant.	Pensionnaires militaires.	BLANCS. Sourds-muets.	BLANCS. Aveugles.	BLANCS. Aliénés et idiots.	GENS DE COULEUR. Sourds-muets.	GENS DE COULEUR. Aveugles.	GENS DE COULEUR. Aliénés et idiots	Universités et collèges.	Élèves.	Académie et Écoles de grammaire	Élèves.	Écoles primaires et autres.	Élèves.	Étudiants aux frais publics.	BLANCS âgés de plus de 20 ans, qui ne savent ni lire ni écrire.
Maine	36	101630	2921	21879	10091	539	1868	1409	222	160	537	13	10	94	4	266	66	8477	3385	164477	50212	3241
New-Hampshire	13	77949	1379	17626	452	196	1640	1408	181	153	466	9	3	19	2	433	68	5799	2127	63632	7715	942
Massachusetts	499	87657	8063	65176	27153	372	3804	2462	273	308	1071	17	22	200	4	769	251	16746	3362	160257	158351	4448
Rhode Island	35	16617	1348	21271	1717	228	457	601	74	63	203	3	1	13	2	324	52	3664	434	17355	10749	1614
Connecticut	151	56955	2743	27932	2700	431	1697	1666	309	143	496	8	13	44	4	632	127	4865	1619	55738	10912	526
Vermont	77	73150	1303	13174	41	146	1563	1320	135	101	398	2	2	13	3	233	46	4113	2402	82617	14701	2270
New-York	1898	455954	28468	173193	5511	10167	14111	4069	1039	875	2146	66	91	190	12	1235	505	34715	10593	502367	27075	44452
New-Jersey	266	56701	2263	27004	1143	1625	1627	472	164	126	369	15	26	73	3	443	66	3027	1207	52583	7128	6385
Pensylvanie	4603	207535	15338	105883	1815	3951	6706	1251	781	540	1946	51	96	187	20	2034	290	15970	4968	179989	73906	33940
Delaware	5	18015	467	4060	401	235	199	4	45	15	52	6	16	29	1	23	20	764	152	5924	1571	4832
Maryland	313	69651	3249	21325	721	1619	1647	94	178	165	387	66	91	141	12	813	127	4178	567	16962	6565	11605
Virginie	1995	318771	6361	54147	582	2952	3866	993	453	426	1048	150	466	364	13	1097	362	11083	1561	35331	9791	58787
Caroline du Nord	569	217095	1734	14322	327	379	1086	609	280	223	580	74	167	221	2	158	141	4398	632	14937	124	56609
Caroline du Sud	51	198363	1958	10325	381	348	1481	318	140	133	376	78	156	137	1	100	117	4326	566	12520	3524	20615
Georgie	574	209383	2428	7984	262	352	1250	325	193	136	294	64	151	134	11	622	178	7878	601	15561	1333	30717
Alabama	96	177439	2212	7195	256	758	1514	192	173	113	232	53	96	125	2	152	114	5018	639	15243	3213	22592
Mississipi	14	139724	1303	4151	33	100	1506	63	64	43	116	26	68	82	7	434	71	2553	382	6236	107	8360
Louisiane	»	79289	8549	7565	1322	662	1018	12	42	37	35	17	36	45	12	969	52	1995	179	3573	1190	4861
Tennesse	103	227738	2217	17615	55	302	2042	635	281	255	699	67	98	152	8	492	152	5539	983	25090	6907	58531
Kentucky	331	197738	3448	23217	44	968	2487	886	400	236	795	77	141	180	10	1419	116	4906	952	24641	429	40010
Ohio	704	272579	9201	66265	212	3323	5663	875	559	372	1195	33	33	165	18	1717	73	4310	5186	218609	51612	35394
Indiana	233	148806	3076	20590	89	627	2257	380	297	135	467	15	19	75	4	322	34	2946	1521	48189	5929	36100
Illinois	782	105337	2506	13185	53	310	2021	195	155	86	213	24	10	79	5	311	42	1967	1241	34976	1563	27502
Missouri	742	92408	2522	11100	39	1885	1469	122	126	82	202	27	42	58	6	495	47	1926	642	16786	525	19457
Arkansas	41	26355	215	1173	3	39	301	24	40	26	43	2	8	21	»	»	8	300	113	2614	»	6567
Michigan	40	56521	728	5890	24	168	904	90	31	25	39	2	4	26	5	158	12	485	975	29701	958	2173
Florida, territoire	1	12117	481	1177	435	118	204	16	14	9	10	2	10	12	»	»	18	732	51	925	14	1303
Wisconsin, id.	794	7047	479	1614	14	209	259	9	5	9	6	»	»	3	»	»	2	65	77	1937	315	1701
Jowa, id.	217	10469	355	1629	13	78	365	2	10	3	7	4	3	4	»	»	1	25	65	1500	»	1118
District de Columbia	»	384	240	2278	126	60	203	15	6	6	14	4	9	7	2	224	26	1389	29	651	482	1033
Totaux	15203	3717756	117575	791545	56025	33067	65236	20797	6682	5024	14506	977	1692	2826	173	16233	3242	164159	47209	1645244	468264	549693

M. de Louvois réclame l'intervention de l'Académie près des autorités compétentes, pour prévenir les dégradations dont est menacé un édifice ancien de la ville de Tonnerre, par suite de la nouvelle destination qu'on lui veut donner. Cet édifice, dont la construction remonte au XIIIe siècle, se recommande à l'intérêt des amis des sciences en ce qu'un gnomon y a été établi en 1784. M. *Dumas* fera les démarches nécessaires.

M. Eusèbe de Salles, qui avait soumis précédemment au jugement de l'Académie un travail sur la peste et les quarantaines, demande que ce travail, qui n'a pas encore été l'objet d'un Rapport, soit admis au concours pour le prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

(Renvoi à la future Commission.)

M. Coulvier-Gravier adresse une nouvelle série d'observations ayant pour objet de confirmer une opinion qu'il a émise sur la possibilité de prévoir, quelques jours d'avance, les changements de temps par des changements dans les directions générales des étoiles filantes.

M. Perrottet demande à reprendre des tableaux d'observations météorologiques qu'il avait adressés précédemment, et sur lesquels il n'a pas encore été fait de Rapport.

M. de Grégory annonce qu'il a obtenu une nouvelle couvée du cardinal huppé de Virginie.

M. Cornay adresse un paquet cacheté.

La séance est levée à cinq heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 14; in-4°.

Mémoire sur l'Aréométrie, et en particulier sur l'Aréomètre centigrade, suivi d'une Instruction à l'usage des fabricants d'aréomètres; par M. FRANCOEUR; in-4°.

Traité de Physique considérée dans ses rapports avec la Chimie et les sciences naturelles; par M. BECQUEREL; t. Ier; in-8°, avec planches in-f°.

Premier voyage à la recherche des sources du Bahr-el-Abiad ou Nil Blanc, ordonné par Mohammed-Ali, vice-roi d'Égypte, sous le commandement du capitaine de frégate Selim-Bimbachi. (Extrait du *Bulletin de la Société de géographie,* communiqué par M. JOMARD.) In-8°.

Carte des Chemins de fer, des Canaux, de la Navigation à la vapeur dans les états de l'Union allemande des douanes et pays limitrophes; par M. C. DESJARDINS.

Tableau comparatif des hauteurs du Monde; par le même.

Carte de l'Europe centrale, représentant le squelette des pays compris entre Dublin et Constantinople, Madrid et Tilsitt, Copenhague et Cagliari; par le même.

Carte hydrographique de l'Europe; par le même.

Carte orographique de l'Europe; par le même.

Carte muette de l'Europe, représentant le cours des fleuves et rivières; par le même.

Description des machines et procédés consignés dans les brevets d'Invention, de Perfectionnement et d'Importation; t. XLV; in-8°.

Mémoire sur des moyens nouveaux de traitement des Fistules vésico-vaginales, présenté à l'Académie des Sciences par M. LEROY D'ÉTIOLLES; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture; septembre 1842; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; septembre 1842; in-8°.

Essai sur l'éducation des Animaux, le Chien pris pour type; par M. A. LÉONARD; Lille, 1842; in-8°.

Observation d'un rétrécissement de l'OEsophage guéri par le cathétérisme et la cautérisation; par M. le docteur GENDRON; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle ; par M. CH. D'ORBIGNY ; t. III, 27e liv.; in-8°.

Tableaux des caractères que présentent, au châlumeau, les alcalis, les terres et les oxydes métalliques, soit seuls, soit avec les réactifs; traduits de l'allemand par M. A. SOBRERO; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine.

Notice sur la vie et les ouvrages de J.-B.-P. Jollois; par M. DE V...; in-8°.

La Vérité sur la nature et les preuves démonstratives de l'immatérialité de l'Ame, au moyen de l'explication précise des phénomènes de la vie; par M. PICARD; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; 10e année, n° 4; in-8°.

Journal des Haras; octobre 1842; in-8°.

Le Technologiste, ou *Archives du progrès;* octobre 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 457; in-8°.

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* mai, juin et juillet 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X, n° 41.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 118 à 120.

L'Expérience; n° 275.

L'Écho du Monde savant; nos 26 et 27; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — SEPTEMBRE 1842.

Jours du mois.	9 heures du matin.			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel à midi.	Vents à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
1	761,65	+15,8		760,94	+17,2		760,05	+14,6		759,02	+11,7		+18,0	+10,5	Couvert	S. O.
2	760,06	+14,5		760,28	+17,2		761,10	+18,0		762,80	+16,4		+18,8	+11,6	Couvert	S.
3	763,69	+20,2		762,97	+22,8		762,0	+23,0		762,17	+19,1		+24,2	+15,4	Beau	S.
4	762,53	+17,2		762,39	+18,8		761,72	+21,3		762,30	+18,0		+22,1	+14,9	Couvert	N. N. O.
5	762,59	+17,4		761,62	+20,5		759,95	+22,1		759,22	+17,6		+23,1	+13,6	Beau	E. N. E.
6	756,63	+20,2		756,00	+24,6		754,89	+26,0		755,33	+19,7		+27,8	+11,2	Beau	E. S. E.
7	753,87	+19,4		751,97	+26,6		748,82	+29,6		748,93	+21,6		+30,5	+15,7	Nuageux	E. N. E.
8	750,42	+19,2		749,71	+21,2		749,20	+21,9		751,76	+14,9		+23,9	+16,8	Nuageux	S. O. fort.
9	752,93	+14,3		752,22	+15,8		750,63	+19,3		748,66	+16,9		+20,0	+12,5	Couvert, pluie	S. S. O.
10	747,04	+16,4		747,26	+18,5		747,76	+17,3		749,88	+14,6		+18,9	+13,0	Couvert	O.
11	752,12	+15,3		751,25	+17,0		750,48	+16,4		749,96	+12,1		+17,8	+12,3	Couvert	S. O.
12	751,77	+15,3		751,68	+15,9		751,90	+16,3		753,87	+14,2		+16,8	+10,7	Couvert, pluie	N. O.
13	755,94	+16,1		756,17	+17,6		756,08	+19,0		758,11	+16,0		+19,8	+12,1	Couvert	N.
14	758,83	+16,3		758,19	+20,0		757,35	+21,9		758,67	+17,4		+22,8	+13,9	Très-nuageux	N. fort.
15	759,08	+16,1		758,61	+18,1		757,79	+22,0		758,33	+17,0		+22,9	+13,0	Beau	N. N. E.
16	758,85	+17,3		757,92	+21,5		756,44	+23,2		756,37	+18,2		+23,9	+12,7	Beau	N. N. E.
17	754,14	+17,4		753,10	+21,7		752,37	+22,5		751,95	+16,2		+24,0	+11,8	Vaporeux	E. S. E.
18	751,33	+17,8		750,80	+21,9		750,21	+19,7		749,26	+16,8		+22,0	+13,1	Couvert	S. O.
19	750,03	+16,1		749,52	+18,7		747,81	+20,3		748,81	+13,4		+21,0	+12,7	Couvert	S. O.
20	748,85	+14,0		748,10	+16,8		746,42	+15,1		746,40	+12,1		+18,0	+ 8,8	Très-nuageux	S. S. O.
21	747,65	+13,4		747,80	+15,8		746,99	+16,5		746,54	+10,6		+17,0	+11,1	Nuageux	O. S. O.
22	744,37	+13,0		743,96	+15,7		743,63	+14,3		744,59	+10,2		+16,0	+ 8,0	Couvert	S. S. O.
23	746,88	+11,7		746,99	+13,0		746,59	+13,8		746,66	+10,4		+14,5	+ 7,5	Couvert	S. O.
24	744,38	+10,3		744,37	+14,0		744,20	+14,5		743,78	+11,3		+15,0	+ 8,0	Couvert	S. O.
25	743,41	+14,2		743,52	+17,2		742,71	+13,5		745,87	+11,8		+18,0	+10,7	Nuageux	S. O.
26	749,17	+11,4		749,87	+14,8		749,83	+14,4		750,32	+13,8		+15,6	+10,1	Couvert	E. N. E.
27	750,04	+12,9		749,92	+13,5		749,92	+13,8		751,01	+12,4		+14,0	+12,1	Couvert	N. E.
28	753,98	+10,7		754,41	+10,3		754,38	+10,6		754,52	+10,1		+11,0	+10,2	Couvert, pluie	N.
29	751,39	+10,7		752,15	+11,4		752,52	+13,8		755,79	+12,9		+14,0	+ 8,9	Couvert, pluie	E.
30	758,22	+ 9,1		758,25	+ 9,7		758,33	+ 9,4		758,81	+ 8,0		+10,5	+ 7,3	Couvert	E. N. E.
1	757,14	+17,5		756,54	+20,3		755,61	+21,3		756,01	+17,0		+22,7	+13,5	Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	754,09	+16,2		753,53	+18,9		752,68	+19,6		753,17	+15,3		+20,9	+12,1	Moy. du 11 au 20	Cour. 8,576
3	748,95	+11,7		749,12	+13,5		748,91	+13,5		749,79	+11,1		+14,6	+ 9,4	Moy. du 21 au 30	Terr.. 7,458
	753,39	+15,1		753,06	+17,6		752,40	+18,1		752,99	+14,5		+19,4	+11,7	Moyennes du mois	+ 15,5

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur de nouveaux phénomènes, indiqués par le calcul, qui paraissent devoir intéresser les physiciens, et en particulier sur la diffraction du son; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Dans les séances précédentes, j'ai dit comment j'avais appliqué l'analyse mathématique à la recherche des lois suivant lesquelles un rayon de lumière se propage, en passant d'un milieu dans un autre, à travers une portion de surface plane. Une première conclusion déduite de mes formules, et dont l'exactitude se trouve déjà constatée, comme on l'a vu, par une ancienne expérience de MM. Arago et Fresnel, c'est que les rayons réfléchis sont *diffractés* tout comme les rayons transmis. Une autre conclusion digne de remarque, c'est que, dans un rayon simple, transmis ou réfléchi suivant une direction perpendiculaire à la surface de séparation des deux milieux, les paramètres des diverses paraboles, correspondantes aux points où l'intensité de la lumière devient un *maximum* ou un *minimum*, forment à très-peu près une progression arithmétique dont la raison ou

différence est la longueur d'une ondulation lumineuse. On a pu remarquer encore la règle qui fait connaître les transformations subies par ces diverses paraboles dans le cas où le rayon lumineux vient à s'incliner sur la surface à travers laquelle il est transmis. Mais aux règles et aux propositions, énoncées dans mes précédents Mémoires, j'ajouterai aujourd'hui une remarque nouvelle, qui me paraît devoir éveiller particulièrement l'attention des physiciens: c'est que l'analyse dont j'ai fait usage ne s'applique pas seulement à la théorie des ombres et de la diffraction des rayons lumineux; elle s'applique généralement à la propagation des mouvements infiniment petits transmis d'un milieu dans un autre à travers une portion de surface plane, et prouve que les lois générales de cette transmission doivent rester les mêmes, quelle que soit la nature des phénomènes que les mouvements produisent. Ainsi, par exemple, il résulte de notre analyse que les ondes sonores doivent être, tout comme les ondes lumineuses, non-seulement *réfléchies*, mais encore *réfractées*, quand elles viennent à rencontrer la surface de séparation de deux milieux. Il y a plus : si le son est transmis à travers une ouverture pratiquée dans une cloison très-mince qui sépare l'une de l'autre deux portions d'un même milieu, les ondes sonores transmises devront être des ondes *diffractées*, dans lesquelles l'intensité du son, mesurée à une distance donnée de la surface de la cloison, offrira des *maxima* et des *minima* correspondants à divers points de l'espace. Si les ondes sonores qui rencontrent la cloison émanent d'une source placée à une très-grande distance, et si d'ailleurs l'ouverture qui leur livre passage se réduit à une fente verticale, alors, dans chaque plan horizontal, les points correspondants aux plus grandes et aux moindres intensités du son se trouveront situés, à très-peu près, sur diverses paraboles dont les paramètres formeront une progression arithmétique qui aura pour raison l'épaisseur d'une onde sonore. A la vérité, ces conséquences de notre analyse doivent paraître au premier abord d'autant plus extraordinaires qu'une différence bien marquée semble exister entre les phénomènes que produit d'une part la transmission de la lumière à travers les fentes d'un volet, d'autre part la transmission du son à travers une ouverture pratiquée dans une cloison ou dans une muraille. En effet, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des expériences délicates, l'observateur le moins exercé reconnaîtra sans peine que derrière une cloison, et tout près de cette cloison même, les sons peuvent être perçus par l'oreille à des distances considérables de l'ouverture par laquelle ils sont transmis, tandis qu'un rayon de lumière, passant à travers une fente, devient insensible pour l'œil à une pe-

tite distance de l'axe de ce rayon. Toutefois l'accord qui a subsisté jusqu'ici entre les résultats de l'observation, et les conclusions tirées de mes formules, me donne la ferme confiance que cette fois encore l'expérience viendra confirmer les prévisions de la théorie. Déjà même l'analyse explique la différence capitale que je signalais tout à l'heure entre les phénomènes produits par la transmission de la lumière et des sons à travers une petite ouverture. Cette différence cessera de nous étonner, si nous comparons les épaisseurs des ondes sonores aux épaisseurs des ondes lumineuses. En effet, tandis que l'épaisseur d'une onde lumineuse varie entre des limites très-resserrées, sensiblement représentées, pour les rayons que l'œil aperçoit, par le tiers et par les deux tiers de la millième partie d'un millimètre, l'épaisseur d'une onde sonore, pour les sons perçus par l'oreille, ne s'abaisse jamais au-dessous de deux centimètres, et peut s'élever à plusieurs mètres. Par suite, chacune des paraboles qui correspondront aux plus grandes et aux moindres intensités de la lumière, dans un rayon diffracté, offrira un très-petit paramètre, et s'écartera très-peu de l'axe de ce rayon. Mais on ne pourra plus en dire autant des paraboles qui, dans les ondes sonores et diffractées, correspondront aux plus grandes et aux moindres intensités du son. Ces dernières paraboles, qui seront encore tangentes à la surface de la cloison, à travers laquelle le mouvement est transmis par une fente, offriront au contraire des paramètres sensibles, qui pourront s'élever à plusieurs mètres; et en conséquence le son pourra s'entendre derrière la cloison, et assez près de cette cloison même, à de grandes distances de la fente. Il est toutefois une observation essentielle que nous devons faire. C'est que, si divers sons, les uns plus graves, les autres plus aigus, mais d'égale intensité, sont transmis successivement ou simultanément à travers une même ouverture pratiquée dans une cloison, les sons aigus seront ceux qui s'éteindront le plus rapidement à mesure que l'on s'éloignera de l'ouverture dans un plan parallèle à la surface de la cloison. Il pourra même y avoir à cet égard entre les divers sons une différence très-marquée; car, si l'on prend pour mesure de l'intensité du son le carré de l'amplitude des vibrations moléculaires, cette intensité, mesurée dans les ondes diffractées et dans un plan parallèle à la cloison à de très-grandes distances de l'ouverture, sera sensiblement proportionnelle à l'épaisseur de ces mêmes ondes.

» En terminant cet exposé, je ferai une dernière remarque. M. Coriolis, à qui je communiquais les résultats de mes recherches, vient de m'apprendre à l'instant même que des expériences faites en sa présence par

M. Savart, dans le grand amphithéâtre du Collége de France, avaient constaté l'existence de variations périodiques dans l'intensité du son, tandis que l'on passait d'un point de la salle à un autre. Ces expériences confirment évidemment mes calculs, en vertu desquels, dans la théorie du son comme dans la théorie de la lumière, le phénomène de la diffraction peut être observé, soit dans les mouvements transmis, soit dans les mouvements réfléchis. »

Post-scriptum. Après avoir entendu l'exposé qu'on vient de lire, M. **Arago** a cité une expérience que M. Young lui avait communiquée, mais qui n'a été publiée nulle part, et qui confirme les conclusions ci-dessus énoncées.

ANALYSE.

Formules générales pour la réflexion, la réfraction et la diffraction des mouvements infiniment petits, propagés dans un ou plusieurs systèmes de molécules.

« Comme nous l'avons dit ailleurs, lorsque des mouvements infiniment petits sont propagés dans un ou plusieurs systèmes homogènes de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, les équations différentielles de ces mouvements infiniment petits sont des équations linéaires. Il y a plus : si, comme il arrive ordinairement, les coefficients des dérivées de chaque inconnue dans ces équations différentielles sont des fonctions périodiques des coordonnées, alors, dans la recherche des lois suivant lesquelles les mouvements infiniment petits se propagent à de grandes distances, on pourra, en vertu des principes établis dans un précédent Mémoire, remplacer chaque coefficient par sa valeur moyenne, et réduire en conséquence les diverses équations données à des équations aux dérivées partielles et à coefficients constants. Enfin tout mouvement infiniment petit pouvant être censé résulter de la superposition d'un nombre fini ou infini des mouvements simples, nous pourrons nous borner ici à rechercher les lois de la réflexion, de la réfraction et de la diffraction des mouvements simples, propagés dans un ou plusieurs systèmes de molécules.

» Cela posé, considérons des molécules d'une nature donnée, par exemple, des molécules d'éther renfermées dans deux milieux que sépare le plan des y, z. Soient m une de ces molécules, et ξ, η, ζ ses déplacements infiniment petits, mesurés parallèlement aux axes rectangulaires des x, y, z. Les mouvements infiniment petits de l'éther, et des autres

systèmes de molécules qui pourront être renfermés avec l'éther dans les deux milieux, se trouveront représentés par des équations aux dérivées partielles et à coefficients constants, entre les déplacements ξ, η, ζ de la molécule m, et les déplacements correspondants des molécules de chaque espèce, les variables indépendantes étant les coordonnées x, y, z et le temps t. Ces équations seront, dans chaque milieu, en nombre égal à celui des inconnues, c'est-à-dire que le nombre des équations sera triple du nombre des systèmes de molécules; et, si l'on élimine toutes les inconnues, à l'exception d'une seule, on obtiendra, entre cette inconnue 8 et les variables indépendantes x, y, z, t, une équation résultante

$$(1) \qquad F(D_x, D_y, D_z, D_t)\, 8 = 0,$$

que nous nommons *l'équation caractéristique.* D'ailleurs les valeurs des coefficients que renfermeront les équations des mouvements infiniment petits, par conséquent la forme de ces équations et celle de l'équation caractéristique, pourront varier dans le passage du premier milieu au second. Enfin, si l'on nomme *déplacements symboliques,* et si l'on représente par

$$\bar{\xi},\ \bar{\eta},\ \bar{\zeta},\ldots,\ \bar{8},$$

des variables imaginaires, dont les déplacements effectifs

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\ 8,$$

soient les parties réelles, on pourra, dans les équations aux dérivées partielles des mouvements infiniment petits, et dans l'équation caractéristique, remplacer ξ, η, ζ,..., 8 par $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$, $\bar{\zeta}$,..., $\bar{8}$. On aura donc

$$(2) \qquad F(D_x, D_y, D_z, D_t)\, \bar{8} = 0.$$

Ajoutons qu'un *mouvement simple,* propagé dans les divers systèmes de molécules, se trouvera représenté par des équations finies, dont chacune sera de la forme

$$(3) \qquad \bar{8} = H e^{ux+vy+wz+st},$$

u, v, w, s, H désignant des constantes réelles ou imaginaires, dont les quatre premières vérifieront la formule

$$(4) \qquad F(u, v, w, s) = 0,$$

tandis que le *paramètre symbolique* H relatif à l'inconnue $\bar{\varepsilon}$, et les paramètres analogues relatifs aux autres inconnues se trouveront liés entre eux par des *équations linéaires*, que l'on obtiendra en remplaçant dans les équations différentielles des mouvements infiniment petits, chaque inconnue par le paramètre correspondant, et x, y, z, t par u, v, w, s. En vertu de ces équations linéaires, les rapports entre les divers paramètres symboliques deviendront des fonctions connues de

$$u, v, w, s.$$

» L'exponentielle népérienne

$$e^{ux+vy+wz+st},$$

dont l'exposant se réduit à une fonction linéaire des quatre variables indépendantes, est ce que nous appelons le *symbole caractéristique* du mouvement simple propagé à travers les divers systèmes de molécules. Pour que ce mouvement simple ne puisse ni croître ni décroître en se propageant, il est nécessaire que les coefficients

$$u, v, w, s$$

n'offrent pas de parties réelles, ce qui arrivera, par exemple, si l'on a

$$u = \mathrm{u}\sqrt{-1}, \quad v = \mathrm{v}\sqrt{-1}, \quad w = \mathrm{w}\sqrt{-1}, \quad s = \pm\, \mathrm{s}\sqrt{-1},$$

u, v, w, s, désignant des constantes réelles. Alors, si l'on pose

$$\mathrm{k} = \sqrt{\mathrm{u}^2 + \mathrm{v}^2 + \mathrm{w}^2},$$

et

$$\mathrm{T} = \frac{2\pi}{\mathrm{s}}, \quad \mathrm{l} = \frac{2\pi}{\mathrm{k}}, \quad \Omega = \frac{\mathrm{l}}{\mathrm{T}},$$

les quantités T, l, Ω représenteront la *durée d'une vibration moléculaire*, l'*épaisseur des ondes planes*, et la *vitesse de propagation de ces mêmes ondes*.

» Observons maintenant que chaque équation aux dérivées partielles est du second ordre par rapport au temps. En conséquence, le degré de l'équation (4) par rapport à s^2 sera égal au double du nombre des incon-

nues. D'ailleurs, pour chaque valeur de s^2 tirée de l'équation (4), l'équation (3) et les autres équations semblables représenteront un mouvement simple, qui se propagera dans un sens ou dans un autre, suivant le signe attribué à s. Donc le nombre des mouvements simples qui correspondront aux diverses valeurs de s^2 tirées de l'équation (4), et dont chacun pourra se propager en deux sens opposés, sera généralement égal au double du nombre des systèmes de molécules.

» Concevons à présent qu'un mouvement simple, propagé dans le premier des deux milieux que l'on considère, vienne à rencontrer la surface qui sépare le premier milieu du second, c'est-à-dire le plan des y, z, et supposons, pour plus de simplicité, que les équations différentielles des mouvements infiniment petits se réduisent pour chaque système de molécules à des équations homogènes; de sorte que chacune de ces équations soit du second ordre, non-seulement par rapport au temps, mais aussi par rapport aux coordonnées. Si les épaisseurs des ondes planes sont très-grandes par rapport au rayon de la sphère d'activité sensible des molécules de chaque système, le mouvement simple qui tombera par hypothèse sur la surface de séparation des deux milieux, et que nous appellerons pour cette raison *mouvement incident*, donnera généralement naissance à des *mouvements réfléchis* et *réfractés* dont le nombre dans chaque milieu sera égal au nombre des systèmes de molécules. Alors la valeur totale de chaque inconnue $\bar{ȣ}$ sera représentée : 1° dans le premier milieu, par la somme des valeurs de cette inconnue successivement calculées dans le mouvement incident, puis dans chacun des mouvements réfléchis; 2° dans le second milieu, par la somme des valeurs de la même inconnue successivement calculées dans chacun des mouvements réfractés. Cela posé, pour obtenir les équations de condition relatives à la surface de séparation des deux milieux, il suffira d'écrire que les valeurs totales de $\bar{ȣ}$ et de $D_x \bar{ȣ}$, correspondantes à une molécule située dans le plan des y, z, restent les mêmes, soit que l'on considère cette molécule comme appartenant au premier ou au second milieu. Si, pour plus de commodité, on désigne par la lettre $\bar{ȣ}$, non plus la valeur totale d'une inconnue, mais sa valeur partielle relative au mouvement incident, et par les notations

$$\bar{ȣ}_{,},\ \bar{ȣ}_{,,},\ \ldots;\quad \bar{ȣ}',\ \bar{ȣ}'',\ \ldots,$$

c'est-à-dire par la même lettre $\bar{ȣ}$ affectée d'indices inférieurs ou supérieurs, les valeurs partielles de la même inconnue, successivement calculées dans

chacun des mouvements réfléchis ou réfractés; les équations de condition relatives à la surface de séparation des deux milieux, par conséquent à une valeur nulle de x, seront les unes de la forme

$$(5)\qquad \bar{8} + \bar{8}_{\prime} + \bar{8}_{\prime\prime} + \ldots = \bar{8}' + \bar{8}'' + \ldots,$$

et les autres de la forme

$$(6)\qquad D_x \bar{8} + D_x \bar{8}_{\prime} + D_x \bar{8}_{\prime\prime} + \ldots = D_x \bar{8}' + D_x \bar{8}'' + \ldots$$

Si le mouvement incident est un mouvement simple, et si d'ailleurs ce mouvement se transmet du premier milieu au second à travers la surface entière du plan des y, z indéfiniment prolongée; chacun des mouvements réfléchis et réfractés sera encore un mouvement simple, dont le symbole caractéristique se réduira, pour une valeur nulle de x, au symbole caractéristique du mouvement incident. Donc alors les valeurs de $\bar{8}_{\prime}$, $\bar{8}_{\prime\prime}$,.., $\bar{8}'$, $\bar{8}''$,... seront de la forme

$$(7)\qquad \bar{8}_{\prime} = H_{\prime}\, e^{u_{\prime}x + vy + wz + st}, \quad \bar{8}_{\prime\prime} = H_{\prime\prime}\, e^{u_{\prime\prime}x + vy + wz + st}, \ldots,$$

$$(8)\qquad \bar{8}' = H'\, e^{u'x + vy + wz + st}, \quad \bar{8}'' = H''\, e^{u''x + vy + wz + st}, \ldots,$$

$u_{\prime}$, $u_{\prime\prime}$,..., u',..., u'' désignant de nouveaux coefficients qui représenteront de nouvelles valeurs de u, propres à vérifier l'équation (4), et déterminées par cette équation même en fonction de v, w, s. Si, pour fixer les idées, on suppose $s = \mathrm{s}\sqrt{-1}$, s désignant une constante positive; si, d'autre part, on compte les x positives dans le sens suivant lequel se propage le mouvement incident, en sorte que le demi-axe des x positives soit renfermé dans le second milieu, on devra, dans les symboles caractéristiques des mouvements réfléchis, prendre pour

$$u_{\prime},\ u_{\prime\prime}, \ldots,$$

celles des racines de l'équation (4) qui offriront des parties réelles positives, ou des parties imaginaires dans lesquelles le coefficient de $\sqrt{-1}$ sera négatif; et l'on devra, au contraire, en passant aux mouvements réfractés, prendre pour u', u'',... celles des racines de l'équation (4), ou plutôt de l'équation analogue, relative au second milieu, qui offriront des

racines réelles négatives, ou des parties imaginaires dans lesquelles le coefficient de $\sqrt{-1}$ sera positif. Les valeurs de

$$u_{\prime},\ u_{\prime\prime},\ \ldots,\ u',\ u'',\ldots$$

étant choisies comme on vient de le dire, on tirera des formules (5) et (6), jointes aux équations (3), (7) et (8),

$$(9)\qquad \mathrm{H} + \mathrm{H}_{\prime} + \mathrm{H}_{\prime\prime} + \ldots = \mathrm{H}' + \mathrm{H}'' + \ldots,$$

$$(10)\qquad \mathrm{H}u + \mathrm{H}_{\prime}u_{\prime} + \mathrm{H}_{\prime\prime}u_{\prime\prime} + \ldots = \mathrm{H}'u' + \mathrm{H}''u'' + \ldots$$

Les équations de la forme (9) ou (10), jointes aux équations linéaires qui, dans chaque mouvement simple, existent, comme on l'a dit plus haut, entre les paramètres symboliques relatifs aux diverses inconnues, suffiront pour déterminer complétement ces paramètres dans les mouvements réfléchis et réfractés quand on les connaîtra dans le mouvement incident. Donc ces diverses équations fourniront les lois de la réflexion et de la réfraction des mouvements simples, par exemple, dans la théorie de la lumière, les lois de la réflexion et de la réfraction d'un rayon simple, passant de l'air ou d'un milieu quelconque dans un cristal doublement réfringent.

» Jusqu'ici nous avons supposé que le mouvement incident traversait la surface du plan des y, z indéfiniment prolongée dans tous les sens. Supposons maintenant que le mouvement incident soit au contraire transmis au second milieu, à travers une portion de cette surface terminée par un certain contour, et soit intercepté par le plan des y, z en chacun des points situés hors du même contour. Si le contour dont il s'agit est compris, d'une part, entre deux courbes représentées par les équations

$$z = \mathrm{f}_0(y),\qquad z = \mathrm{f}_1(y);$$

d'autre part, entre deux ordonnées représentées par les équations

$$y = y_0,\quad y = y_1;$$

alors, en nommant

$$6,\ \gamma,\ \mu,\ \nu$$

quatre variables auxiliaires, en posant d'ailleurs, pour abréger,

$$\nu_0 = \mathrm{f}_0(\mu),\quad \nu_1 = \mathrm{f}_1(\mu),$$

et en désignant par

$$\alpha_{,}, \alpha_{,,}, \ldots, \alpha', \alpha'', \ldots$$

ce que deviennent les fonctions de v, w, s représentées par

$$u_{,}, u_{,,}, \ldots, u', u'', \ldots$$

quand on y remplace v et w par $\beta\sqrt{-1}$ et $\gamma\sqrt{-1}$, on pourra exprimer les valeurs de $\bar{\mathfrak{s}}$ et de $D_x\bar{\mathfrak{s}}$, relatives au mouvement incident et à des molécules situées dans le plan des y, z, à l'aide d'équations de la forme

$$(11)\quad \bar{\mathfrak{s}} = \frac{1}{4\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{y_0}^{y_1}\int_{\nu_0}^{\nu_1} \mathrm{H}e^{v\mu+w\nu}e^{[\beta(y-\mu)+\gamma(z-\nu)]\sqrt{-1}}\,d\nu\,d\mu\,d\gamma\,d\beta,$$

$$(12)\quad \mathrm{D}_x\bar{\mathfrak{s}} = \frac{1}{4\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{\nu_0}^{\nu_1}\int_{y_0}^{y_1} \mathrm{H}u e^{v\mu+w\nu}e^{[\beta(y-\mu)+\gamma(z-\nu)]\sqrt{-1}}\,d\nu\,d\mu\,d\gamma\,d\beta.$$

Car, en vertu de semblables équations, les valeurs de $\bar{\mathfrak{s}}$ et de $D_x\bar{\mathfrak{s}}$ auront la double propriété de se réduire, pour chacun des points situés en dedans du contour donné, à celles que l'on tire de l'équation (3) en supposant $x = 0$, et de s'évanouir en chacun des points situés en dehors du même contour. Cela posé, pour obtenir, dans la nouvelle hypothèse, les mouvements réfléchis et réfractés, il suffira évidemment de substituer aux équations (7), (8) d'autres équations de la forme

$$(13)\quad \begin{cases} \bar{\mathfrak{s}}_{,} = \dfrac{1}{4\pi^2}\displaystyle\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{y_0}^{y_1}\int_{\nu_0}^{\nu_1} \mathrm{H}_{,}e^{\alpha_{,}x+v\mu+w\nu}e^{[\beta(y-\mu)+\gamma(z-\nu)]\sqrt{-1}}\,d\nu\,d\mu\,d\gamma\,d\beta, \\ \text{etc.}, \end{cases}$$

$$(14)\quad \begin{cases} \bar{\mathfrak{s}}' = \dfrac{1}{4\pi^2}\displaystyle\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{y_0}^{y_1}\int_{\nu_0}^{\nu_1} \mathrm{H}'e^{\alpha' x+v\mu+w\nu}e^{[\beta(y-\mu)+\gamma(z-\nu)]\sqrt{-1}}\,d\nu\,d\mu\,d\gamma\,d\beta \\ \text{etc.}, \end{cases}$$

$\mathrm{H}_{,}, \mathrm{H}_{,,}, \ldots, \mathrm{H}', \mathrm{H}'', \ldots$ désignant non plus des constantes déterminées par les équations (9), (10), et par les autres équations linéaires dont nous avons parlé, mais des fonctions de β, γ, déterminées par les formules que l'on obtient en remplaçant dans ces équations linéaires les coefficients

$$v, \quad w$$

par les produits

$$6\sqrt{-1}, \quad \gamma\sqrt{-1},$$

et les coefficients

$$u_{,}, \; u_{,,}, \ldots, u', \; u'', \ldots$$

par les suivants

$$\alpha_{,}, \; \alpha_{,,}, \ldots, \alpha', \; \alpha'', \ldots$$

Ainsi, en particulier, la formule (10) devra être remplacée par la suivante

$$(15) \qquad \mathrm{H}u + \mathrm{H}_{,}\alpha_{,} + \mathrm{H}_{,,}\alpha_{,,} + \ldots = \mathrm{H}'\alpha' + \mathrm{H}''\alpha'' + \ldots.$$

» Si la portion de surface plane qui livre passage au mouvement incident était comprise entre les deux droites parallèles représentées par les équations

$$y = y_0, \quad y = y_1,$$

alors, à la place des formules (11), (12), on obtiendrait les suivantes

$$(16) \qquad \bar{8} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{y_0}^{y_1} \mathrm{H}\; e^{v\mu + wz} e^{6(y-\mu)\sqrt{-1}}\, d\mu\, d6,$$

et

$$(17) \qquad \mathrm{D}_x\bar{8} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{y_0}^{y_1} \mathrm{H}u e^{v\mu + wz} e^{6(y-\mu)\sqrt{-1}}\, d\mu\, d6;$$

et pareillement, à la place des formules (13) et (14), on trouverait celles-ci

$$(18) \qquad \begin{cases} \bar{8}_{,} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{y_0}^{y_1} \mathrm{H}_{,} e^{\alpha_{,}x + v\mu + wz} e^{6(y-\mu)\sqrt{-1}}\, d\mu\, d6, \\ \text{etc.,} \end{cases}$$

$$(19) \qquad \begin{cases} \bar{8}' = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{y_0}^{y_1} \mathrm{H}' e^{\alpha' x + v\mu + wz} e^{6(y-\mu)\sqrt{-1}}\, d\mu\, d6, \\ \text{etc.;} \end{cases}$$

$\mathrm{H}_{,}, \mathrm{H}_{,,}, \ldots, \mathrm{H}', \mathrm{H}'', \ldots$ désignant non plus des constantes, mais des fonctions linéaires de 6, γ, déterminées par les formules qu'on obtiendrait en remplaçant dans les équations (9), (10), et dans les autres équations

linéaires dont nous avons parlé, les coefficients

$$u_{,},\ u_{,,},\ldots,\ u',\ u'',\ldots$$

par les coefficients

$$\alpha_{,},\ \alpha_{,,},\ldots,\alpha',\ \alpha'',\ldots.$$

» Dans d'autres articles, je déduirai des formules ci-dessus établies les lois générales de la réflexion de la réfraction et de la diffraction de la lumière et des sons. »

M. **Poinsot**, en déposant un exemplaire de la 8e édition de son *Traité de Statique*, s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la huitième édition de mon *Traité de Statique*. Cette nouvelle édition n'a point subi de *changements* notables; mais on y a fait plusieurs *additions* assez importantes et qu'il est bon d'indiquer.

» La première est formée de quelques pages qui font suite à l'article 68 de la *Composition générale des forces*. On y démontre, en passant, la position et les propriétés de cet axe remarquable que j'ai nommé l'axe *central*, et où se fait la réduction la plus simple de toutes les forces du système : théorèmes faciles qui achèvent naturellement cet article général, et complètent ainsi le chapitre des *Principes*, où l'on peut dire que tout le fond de notre théorie se trouve à présent renfermé.

» La seconde addition est relative au Mémoire sur l'*équilibre et le mouvement des systèmes variables de figure*. Elle a pour objet la démonstration approfondie d'un point important de doctrine, qui n'avait été présenté, dans le Mémoire, que comme un corollaire tiré d'un raisonnement assez délicat, et sur lequel il pouvait rester dans l'esprit quelque nuage (1).

» La troisième, enfin, est une addition considérable que plusieurs personnes nous ont prié de faire à cet ouvrage. C'est l'analyse de notre *Théorie nouvelle de la rotation des corps*. Analyse rapide, il est vrai, dégagée de calculs et de démonstrations de détail, mais où la chaîne des idées et des

---

(1) Ce point de doctrine est que, sur un système défini par *plusieurs* équations, il n'y a pas d'autres forces capables de se faire équilibre, que les forces composées de celles qui s'y feraient séparément équilibre, en vertu de chacune de ces équations, si elles avaient lieu l'une après l'autre.

raisonnements se fait partout sentir, et qui, par cela même, est également propre à intéresser et à instruire de jeunes géomètres, en exerçant leur esprit sur une des questions les plus célèbres et les plus difficiles de la Dynamique.

» On n'a d'ailleurs rien négligé pour la correction et la bonne impression du texte, et l'on a fait graver de nouvelles figures qu'on trouvera mieux dessinées que les précédentes et rangées dans un meilleur ordre. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Considérations générales et coup d'œil d'ensemble sur les grands faits géologiques dont l'Amérique méridionale a été le théâtre; par* M. **Alcide d'Orbigny.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« M Alcide d'Orbigny, en huit années de voyages, a successivement parcouru les côtes du Brésil, la république de l'Urugay, la république Argentine, depuis les frontières du Paraguay jusqu'en Patagonie, le littoral du Chili, du Pérou et de la Bolivia. Un long séjour dans cette dernière république lui a permis de la visiter en tous sens, du littoral du grand Océan au centre du continent américain.

» Une première partie spéciale, sous la forme d'itinéraire géologique, accompagnée de nombreux résumés, de cartes et de coupes des différents bassins, renferme, en 200 pages in-4°, toutes les observations partielles de l'auteur, qui servent de base à ses généralités.

» Dans les considérations générales, M. d'Orbigny fait remarquer que ses observations personnelles s'étendent du nord au sud, du 12e au 42e degré de latitude méridionale (775 lienes géographiques de longueur), et de l'est à l'ouest, du 45e au 80e degré de longitude occidentale de Paris (900 lieues de longueur), surface comprise entre le littoral du grand Océan et celui de l'Océan atlantique, de la Patagonie jusqu'à Lima. Il y a réuni les nombreux renseignements publiés par les voyageurs et les faits fournis par l'examen des fossiles, ce qui recule les limites de la position du continent qu'il envisage, d'un côté jusqu'au détroit de Magellan, de l'autre jusqu'à la Colombie.

» L'auteur passe en revue, par ordre chronologique, les diverses formations, en indiquant au fur et à mesure les changements qu'elles ont éprouvés.

Il décrit successivement les roches granitiques, porphyritiques et trachytiques sous le rapport de leur extension, de leur composition et de leur action soulevante; puis il passe en revue, sous les mêmes points de vue, les terrains de sédiment gneissiques, siluriens, devoniens, triasiques, crétacés, tertiaires et diluviens, en indiquant les dislocations qu'ils ont souffertes aux diverses époques géologiques, et les grandes causes qui ont amené ces perturbations.

» Enfin, sous le titre de *Conclusions*, après avoir discuté les faits, M. Alcide d'Orbigny cherche à esquisser, telles qu'il les conçoit, les diverses révolutions géologiques dont l'Amérique méridionale a été le théâtre.

» 1re époque : *Après les terrains gneissiques ou primordiaux.* Le continent ancien était alors représenté par trois îles situées à l'est de l'Amérique actuelle, dont l'une, très-grande, occupait la côte du Brésil formée par le système brésilien.

» 2e époque : *Après les terrains siluriens.* Il se serait fait, dans la direction de l'est à l'ouest, des ruptures qui auraient élevé, au-dessus des océans, un vaste lambeau à l'ouest de l'Ile brésilienne et un autre aux Malouines.

» 3e époque : *Après les terrains carbonifères.* Pour la seconde fois, à l'ouest de la grande île déjà formée, surgit le système chiquitéen, occupant tout l'ensemble compris entre les 55e et 68e degrés de longitude et 10e et 20e degrés de latitude.

» 4e époque : *Après les terrains triasiques.* L'Amérique, accrue du système bolivien et de portions de plus en plus grandes et de plus en plus élevées de l'ouest à l'est, présente un continent allongé, dirigé de l'ouest à l'est et d'une forme tout à fait différente de celle qu'il doit avoir plus tard.

» 5e époque : *Après les terrains crétacés.* Pendant et après les terrains crétacés, l'Amérique méridionale se serait augmentée, toujours à l'occident des parties déjà hors des eaux, d'une surface immense de terre bien plus étendue et dirigée presque transversalement aux autres. Cette nouvelle partie du continent aurait dessiné la Cordillière en lui donnant son premier relief; grand mouvement qui, par suite du déplacement des eaux, aurait apporté, sur les petits bassins des continents, le premier dépôt de nivellement, le terrain guaranien.

» 6e époque : *Après les terrains tertiaires.* Plus on approche de l'époque actuelle, et plus les déplacements sont puissants. C'est, d'un côté, la conséquence des nouveaux dépôts qui s'ajoutent aux anciens; de l'autre, celle de la plus grande épaisseur des parties déjà consolidées dans l'écorce

terrestre. On a vu l'Amérique changer subitement de forme après les terrains crétacés et prendre encore à l'état d'esquisse la configuration qu'elle doit conserver. Après les terrains tertiaires, elle aurait pour ainsi dire sa forme actuelle. La Cordillière se serait élevée à la hauteur d'aujourd'hui; les terrains tertiaires marins, ainsi que le pourtour des Pampas, seraient sortis des eaux à l'est et à l'ouest. Toutes les faunes terrestres et marines, par suite du mouvement des eaux, auraient été anéanties; et, ravagée dans toutes ses parties, la terre américaine aurait perdu ses premiers habitants. A ce mouvement, l'un des plus grands connus, pourraient se rattacher beaucoup des phénomènes observés à la surface du globe.

» 7e époque : *Après les terrains diluviens.* L'Amérique est nue, inhabitée. Bientôt la toute-puissance créatrice la couvre de nouveau de végétation, la repeuple d'animaux différents des premiers et semblables à ceux d'aujourd'hui. L'homme, le plus parfait de tous les êtres, vient compléter l'œuvre et dominer l'ensemble de la nature. Le monde animé existe tel que nous le connaissons. Un dernier mouvement s'opère et donne naissance aux volcans en activité. Les rivages s'élèvent, et le balancement des eaux vient former les puissantes alluvions des plaines. Les traditions du déluge, qu'on rencontre dans la mythologie des peuples américains, pourront peut-être retracer le souvenir de cette dernière révolution terrestre.

» De l'ensemble de ces faits se déduisent plusieurs conséquences générales, d'une grande importance pour l'histoire chronologique des soulèvements. C'est :

» 1°. La succession régulière qui s'est opérée, toujours de l'ouest à l'est, des différents systèmes représentant l'Amérique méridionale actuelle;

» 2°. L'étendue de plus en plus grande de ces systèmes à mesure qu'ils se rapprochent de notre époque;

» 3°. La coïncidence remarquable des causes et des effets dans la formation : du terrain guaranien à l'instant du premier soulèvement du système chilien par les roches porphyritiques; de celle du terrain pampéen à l'époque du grand soulèvement des Cordillières par les roches trachytiques, et des alluvions à la sortie des volcans.

» Ne pourrait-on pas voir dans ces trois séries de faits la preuve la plus évidente que le nouveau monde s'est formé par des soulèvements successifs qui marquent les différents systèmes, ce qui offrirait, en ce point, une confirmation de la théorie de M. Élie de Beaumont ? »

MÉDECINE. — *Étude des plexus et des dispositions plexiformes du système nerveux, considérés sous le point de vue de la thérapeutique; par* M. **Ducros**.

(Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Flourens** présente, de la part de M. *Retzius*, un extrait écrit en français de l'ouvrage de cet anatomiste sur la *Structure microscopique des dents.*

Observations de M. **Serres**.

M. **Serres** présente à cette occasion les remarques suivantes, tendant à faire comprendre, dans le Rapport qui doit être fait sur divers travaux relatifs à la structure des dents, les recherches consignées dans l'ouvrage dont M. Flourens vient de présenter l'analyse.

« Il me semble, dit M. Serres, qu'en raison de l'importance de la question soulevée devant l'Académie par le Mémoire de M. Nasmyth, il serait nécessaire de comprendre dans une vue d'ensemble tous les travaux entrepris dans le dernier temps sur le même sujet.

» En effet, le Mémoire de M. Nasmyth, qui, en apparence, n'est relatif qu'à quelques points contestés parmi les anatomistes sur la structure microscopique des dents, porte en réalité sur quelques faits capitaux de l'Odontogénie, dont la connaissance importe beaucoup dans l'état présent des recherches anatomiques.

» Lors de la présentation du Mémoire de M. Nasmyth, dans la séance du 3 de ce mois, j'ai dit que, sur les nouvelles préparations qu'il avait soumises à notre examen, j'avais distingué assez nettement la disposition aréolaire ou vésiculaire que cet anatomiste signale, d'une part, dans la structure du bulbe dentaire; de l'autre, dans la substance interfibreuse de l'ivoire, et en troisième lieu, dans la disposition microscopique des molécules de l'émail. Ce fait nouveau, sur lequel M. Richard Owen, correspondant de l'Académie, a fait, de son côté, de si intéressantes observations, mérite toute l'attention de la Commission, car on sait que cette substance interfibreuse où intertubuleuse a paru *amorphe* à MM. Purkinje, Frœnkel et Raschow.

» D'un autre côté, on sait aussi que, dans les dernières recherches microscopiques dont le système dentaire a été l'objet, M. Retzius s'est parti-

culièrement occupé de la structure de l'ivoire, et qu'il a retrouvé dans cette substance les forme ondulées qu'avait signalées Malpighi, et que rejettent, avec M. Nasmyth, plusieurs autres anatomistes.

» Enfin M. Retzius a trouvé que la substance osseuse se compose de fibres et de canalicules creux qui s'étendent en rayonnant de la cavité de la pulpe, et il a observé de plus que, sous le microscope, ces canalicules, sans communication entre eux, ressemblent à des vaisseaux remplis d'une substance blanche. Ces observations, qui rappellent le système sanguin dentaire de Leuvenhoek, sont de nature à renverser l'opinion de Hunter, qui considère les dents comme des corps inorganiques.

» Or M. Nasmyth, qui nous a présenté de si belles injections de la pulpe dentaire, nie l'existence de canalicules et de vaisseaux dans les dents, ce qui, à peu de chose près, revient à l'opinion de Hunter, qui, comme on le sait, avait été adoptée par M. Cuvier, et en partie par moi-même dans l'ouvrage que j'ai publié en 1817 sur l'anatomie et la physiologie des dents.

» On voit, d'après cette dissidence d'opinions, qu'il serait utile d'embrasser dans un même Rapport les communications diverses qui ont été faites sur ce sujet à l'Académie. Les recherches récentes dont la pulpe dentaire a été l'objet nous ramènent en effet aux vues odontogéniques exposées par Rau, adoptées en grande partie par l'école de Haller, et entièrement délaissées depuis les travaux de Hunter, de Blake et des anatomistes modernes. Or ces recherches, ainsi que celles que j'ai faites sur la membrane émaillante, ainsi que celles de M. Flourens et de M. Duvernoy, me paraissent de nature à relever l'opinion de Rau de la défaveur où elle est tombée, en même temps qu'elles nous portent sur une voie féconde pour l'étude du développement du système dentaire. »

CHIMIE. — *Recherches sur les combinaisons de l'eau avec les hydracides; par* M. A. BINEAU, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Lyon.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« Dans tous les hydracides hydratés, à l'exception d'un seul, le rapport qui existe entre l'acide et l'eau s'éloigne beaucoup des rapports accoutumés; de telle sorte que si l'on veut assimiler ces composés à des sels et n'as-

signer à l'eau que le rôle de base, ce seront des sels extrêmement basiques : car, pour une seule proportion d'acide, on y trouvera 9, 10, 11, 12 et 16 proportions de base.

» Nous avons vu en effet que les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, après concentration par la chaleur, restent unis à 16, à 10 et à 11 équivalents d'eau ; que, concentrés par évaporation faite à la température de l'atmosphère, le premier en retient 12 et le second 9 ; et enfin que l'acide iodhydrique iodure reste pareillement uni avec 9 équivalents d'eau, après ébullition prolongée.

» Quant à l'acide fluorhydrique aqueux, l'ébullition le rend quadrhydraté, de même que l'acide azotique.

» L'analogie qui règne si habituellement entre les composés du chlore, du brome et de l'iode ne se soutient donc qu'incomplétement dans les relations de leurs hydracides avec l'eau; et même l'inspection comparative des formules atomiques nous offre le composé d'iode occupant le rang intermédiaire, où l'on devrait s'attendre plutôt à voir paraître le composé du brome.

» D'après cela, il paraît que les causes qui augmentent la tendance à la gazéification produisent sur les affinités des hydracides pour l'eau des effets qui ne sont pas proportionnels à ces affinités, puisque, avec l'acide bromhydrique, auquel les réactions connues assignent une position intermédiaire, leur empire se fait moins sentir qu'à l'égard de l'acide chlorhydrique et de l'acide iodhydrique.

» La dissolution du brome et de l'iode dans leurs hydracides aqueux est soumise à des proportions définies, au moins dans certaines limites ; mais ces proportions sont différentes pour les deux substances. Ainsi, en présence d'une grande quantité d'eau, l'acide bromhydrique fait entrer en dissolution trois fois autant de brome qu'il en contient lui-même, tandis que l'acide iodhydrique ne dissout qu'une quantité d'iode égale à celle qu'il renferme. De plus, tandis que, par l'ébullition ou seulement l'exposition à l'air, l'acide bromhydrique chargé de brome abandonne toujours facilement ce brome excédant, l'acide iodhydrique iodure, à moins qu'il ne soit extrêmement étendu d'eau, laisse au contraire se concentrer l'iode en lui par l'ébullition, jusqu'à ce qu'il y ait 4 équivalents de ce corps simple pour 1 d'hydracide.

» La propriété qu'ont les hydracides du chlore et du brome de se concentrer plus par l'évaporation à froid que par l'ébullition à une température élevée trouve facilement son explication par la tendance à la volatilisa-

tion qu'augmente l'élévation de température. Néanmoins elle me paraît être une particularité fort remarquable. D'abord on ne connaissait point, jusqu'à présent, d'exemples semblables; ensuite la destruction que les acides chlorhydrique et bromhydrique bouillis éprouvent par le seul fait de leur évaporation, indiquant en eux très-peu de stabilité, rend presque indubitable que, pendant leur distillation, il y a scission momentanée entre l'acide et l'eau, puis recomposition immédiate lors de la condensation. Dès lors la vapeur produite pendant leur ébullition ne doit être qu'un simple mélange de vapeur aqueuse et de gaz acide. Les densités de vapeur trouvées aux composés en question s'accordent complétement avec cette manière de voir, qui, selon toute apparence, doit s'étendre aussi à l'acide iodhydrique hydraté, et hors de laquelle il faudrait admettre des volumes de vapeurs représentés par

$$Ch^{\frac{1}{18}}H^{\frac{1}{18}},H^{\frac{8}{9}}O^{\frac{4}{9}}\ ;\quad Br^{\frac{1}{12}}H^{\frac{1}{12}},H^{\frac{5}{6}}O^{\frac{5}{12}}\ ;\quad I^{\frac{1}{13}}H^{\frac{1}{13}},H^{\frac{11}{13}}O^{\frac{11}{26}}\ ;$$

formules trop compliquées pour être vraisemblables. »

M. **Duprez** adresse une réclamation de priorité relative à un passage du Mémoire de M. *Person* sur la lenteur de la vaporisation dans les vases incandescents, Mémoire lu à la séance du 5 septembre dernier; le passage en question est le suivant :

« Il est peut-être bon de faire observer qu'on donne, dans plusieurs
» Traités de Physique, une méthode dans laquelle on se propose d'éliminer
» la chaleur spécifique inconnue, et qui est inexacte. On peut démontrer
» généralement que cette méthode fournit précisément les mêmes résultats
» que si l'on supposait la chaleur spécifique constante. »

M. *Duprez* annonce avoir fait la même remarque dans une Note placée à la fin d'une Thèse sur les phosphures de soufre, soutenue en juillet 1840 devant la Faculté de Paris. A sa lettre est joint un exemplaire de cette Thèse.

(Renvoi à la Commission chargée de faire un Rapport sur le travail de M. *Person*.)

M. **Passot** adresse une nouvelle Note ayant pour titre : *Addition à une Note sur les forces centrales, présentée à l'Académie dans sa séance du* 30 *octobre*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. DE FIGUIERI soumet au jugement de l'Académie un *appareil destiné à représenter les mouvements des corps célestes.*

(Commissaires MM. Bouvard, Mathieu.)

M. BONHOURE présente des *sondes urétrales* dans lesquelles il a imaginé de remplacer par une couche de gomme arabique la substance élastique dont on fait communément usage pour recouvrir la trame flexible de ces tubes, substance qu'il suppose douée d'une propriété épispastique.

(Commissaires, MM. Roux, Breschet.)

CORRESPONDANCE.

M. DUMAS offre, au nom de l'auteur, M. PÉLIGOT, un Rapport sur des expériences relatives à la fabrication du sucre et à la composition de la canne à sucre, adressé à M. l'amiral Duperré, Ministre de la marine, qui en a ordonné la publication. (*Voir au Bulletin bibliographique.*)

Ce Rapport renferme les résultats d'un grand nombre d'expériences exécutées à la Guadeloupe par M. Dupuy, pharmacien de la marine, envoyé à cet effet par M. le Ministre de la marine, et chargé d'exécuter le programme d'essais tracé de concert par MM. Péligot et de Jabrun, délégué de la Guadeloupe.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Remarques de M. PALLAS à l'occasion du Rapport fait sur son Mémoire concernant le sucre contenu dans les tiges de maïs* (1).

« Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques remarques sur le Rapport de M. Biot, concernant mon dernier Mémoire intitulé : *de l'Influence de la fructification sur les phénomènes nutritifs de certains végétaux.* C'est aujourd'hui seulement que j'ai pu prendre connaissance de ce document remarquable sous plus d'un rapport, dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie.*

---

(1) Nous devons faire remarquer que cette Lettre n'a été insérée intégralement qu'à la demande expresse de M. Biot.

» Depuis bientôt dix ans que je m'occupe de l'étude du maïs, je suis parvenu, non sans beaucoup de peine et de difficultés, à démontrer que la tige de cette plante contient du sucre cristallisable analogue à celui de la canne à sucre, et que la quantité de ce principe immédiat est plus abondante dans la plante dont on a prématurément détaché le fruit que dans celle qui s'est développée par la méthode ordinaire de culture.

» Trois Mémoires très-détaillés furent successivement adressés par moi à l'Académie des Sciences en 1834, 1835 et 1839, avec des échantillons nombreux de sucre cristallisé, de glucose, de papier, ainsi qu'un dessin indiquant les divers tissus organiques dont la plante du maïs est formée. En 1836, M. Biot, à l'aide de ses ingénieuses expériences sur la polarisation circulaire, constata la vérité de ce que j'avançais, en déclarant que le sucre de maïs présenté par moi était identique à celui que nous fournit l'*arundo saccharifera*.

» Dans un Rapport rédigé par le célèbre Robiquet, ces faits furent constatés, et l'Académie, conformément aux conclusions du Rapporteur, m'invita à publier mes travaux afin que des expériences pussent être répétées sur plusieurs points de la France et qu'on sût définitivement si les résultats que j'avais obtenus sont constants en tous lieux, et s'ils offrent assez d'avantages pour mériter l'exploitation.

» Les désirs de l'Académie furent promptement satisfaits, car, en 1837, je publiai, à mes frais, un ouvrage dans lequel sont décrits tous les procédés opératoires à l'aide desquels on peut fabriquer le sucre et le papier de maïs; mon empressement ne fut pas moins grand à satisfaire aussi aux intentions de l'Académie, en répétant, comme elle le recommandait, les expériences dans différentes localités, non-seulement en France, mais encore sur plusieurs points des possessions françaises du nord de l'Afrique.

» La question ainsi examinée sous divers climats a toujours produit, à quelques nuances près, des résultats constants, et j'ai été en outre assez heureux pour constater que la tige du maïs dont on a détruit les jeunes épis est plus riche en sucre que celle qui se développe avec le grain.

» Ces résultats, monsieur le Président, me parurent d'autant plus importants que les moyens dont je me suis servi pour les constater sont plus simples, plus vulgaires, plus *grossiers*, pour me servir de l'expression de M. Biot; enfin qu'ils sont plus accessibles à l'intelligence des cultivateurs et des industriels qui seraient tentés de faire des essais sur une petite échelle pour parvenir à la connaissance de la vérité avant d'exploiter plus en grand. D'ailleurs je ne me suis jamais écarté, dans le cours de ce travail,

des préceptes tracés par les chimistes les plus illustres, tels que Fourcroy, Vauquelin, Chaptal, MM. Thenard, Gay-Lussac, d'Arcet, Dumas et Chevreul, dont les nombreux écrits servent de guide et d'exemple à tous ceux qui s'occupent de chimie expérimentale.

» Quant aux fausses inductions dont on m'accuse au sujet de la présence d'une substance blanche qui, par la chaleur atmosphérique et l'eau, prend la consistance d'empois, j'y attache moins d'importance qu'aux belles expériences de M. Biot à l'aide desquelles il a confirmé, pour le fond de la question, tout ce que j'ai avancé, savoir, que la tige du maïs contient du sucre identique à celui de la canne à sucre, et que la quantité de ce produit est plus abondante dans la plante châtrée que dans l'autre, comme j'en trouve la preuve dans le Mémoire de MM. Biot et Soubeiran, publié dans le t. XV, p. 523, des *Comptes rendus des séances de l'Académie*.

» D'après tout ce qui précède, je reste convaincu que je suis parvenu, par des moyens différents, aux mêmes résultats que M. Biot. Ce fait, qui appartient désormais au domaine de l'histoire de la science, loin d'obtenir de nouveaux encouragements de la part de M. le rapporteur, a été l'objet d'un blâme plus ou moins sévère, implicitement exprimé dans la phrase suivante du Rapport : *Cette absence complète de faits précis et mesurés, qui a conduit l'auteur à des inductions si peu fondées, ne permet pas à la Commission de vous proposer des conclusions approbatives de son travail.*

» Il est fâcheux et décourageant, monsieur le Président, que des hommes qui ont consacré toute leur existence à se rendre utiles ne soient pas jugés dignes d'un simple encouragement, ou pour le moins d'indulgence; car, pour ce qui me concerne, en supposant que je me fusse trompé, le bien que j'avais l'intention de faire devait trouver grâce devant la Commission. Mais si la sévérité du Rapport de M. Biot a produit sur moi une vive impression, d'un autre côté j'éprouve une bien grande satisfaction en apprenant que le procédé qui a pour objet d'enlever le fruit du maïs pour la fabrication du sucre de cette plante est déjà mis en pratique par les Américains, comme l'ont annoncé tous les journaux de Paris, sous la rubrique de Londres, au commencement du mois d'août dernier (1). On assure même que les résultats obtenus sont plus avantageux que ceux produits par la canne à sucre.

---

(1) Le numéro d'octobre 1842 du *Journal de Chimie médicale* reproduit intégralement le même article.

» Indépendamment de la peine et des difficultés que j'ai dû vaincre à grands frais, je me suis trouvé en Afrique en présence d'un véritable danger. A Bougie, par exemple, où je me suis particulièrement occupé de la culture du maïs, je devais continuellement être sur le qui-vive, malgré la vigilance de l'autorité militaire, pour me soustraire à la vengeance des Kabyles, peuple guerrier et intrépide, ennemis acharnés des Français et de leurs productions, et qui descendaient quelquefois de leurs montagnes pour ravager ma récolte.

» Je vous le demande, monsieur le Président, en présence de tous ces faits, ne devais-je pas m'attendre à autre chose qu'à une désapprobation formelle de ma conduite, présentée dans un Rapport sérieux, fait à l'occasion d'un Mémoire complément de plusieurs autres, et auquel le public désormais attache un véritable intérêt? Ce travail, en effet, est le résultat d'expériences très-laborieuses, entreprises, dirigées et exécutées par moi-même pendant les instants de loisir que me laissaient mes pénibles fonctions dans les hôpitaux de l'armée.

» Permettez-moi de réclamer votre bienveillance en vous priant de communiquer cette Lettre à l'Académie dans la plus prochaine séance. »

Remarques de M. **Biot** *sur la Lettre de* M. Pallas.

« On avait annoncé bien avant le docteur Pallas que les tiges de maïs contenaient du sucre cristallisable (1). Ce qui me semble surtout lui appartenir, c'est l'idée ingénieuse qu'il a eue que les tiges contiendraient plus de

---

(1) » Il y a sur ce fait des dates fort anciennes, et Robiquet en a mentionné plusieurs dans son Rapport sur l'avant-dernier Mémoire de M. Pallas (*Comptes rendus*, t. II, p. 461). Mais la plus ancienne, sans doute, est la suivante, que M. Roulin a fait connaître dans un Mémoire sur l'ergot du maïs, lu devant l'Académie en 1829, et inséré au t. XIX des *Annales des Sciences naturelles*, p. 279. « Cortez, dit-il, dans sa première » lettre à l'empereur Charles V, paragraphe XXX, rapporte que les Indiens tirent de » la tige du maïs un sirop sucré, aussi agréable que celui de la canne. » (En esta gran ciudad de Temixtitan... venden... miel de cañas de maiz que son tan melosas, y dulces como las de açucar.) M. Roulin, ayant lu ce passage pendant son voyage d'Amérique, fut curieux de vérifier le fait; et ayant traité quelques litres de suc de maïs comme on traite dans le pays celui de la canne, il en retira un sirop sucré d'une saveur très-franche, qui se prit à l'étuve en sucre solide. (*Annales d'Histoire naturelle*, t. XIX, p. 287.) »

sucre si l'on enlevait leurs fleurs femelles immédiatement après la floraison, que si on laissait leurs épis fructifier et mûrir. Le Rapport fait à l'Académie lui rend, à cet égard, une justice entière. Quant à la démonstration expérimentale de cette différence, la Commission a pensé unanimement qu'on ne pouvait l'établir, comme l'a fait M. Pallas, sur la seule comparaison des densités des sucs, une infinité de circonstances indépendantes de la présence du sucre pouvant faire varier cet élément; et c'est en effet ce qui arrive pour ces sucs mêmes.

» M. Pallas, étant venu à Paris l'hiver dernier, me fit l'honneur de venir me voir, et m'apprit l'ingénieuse expérience qu'il avait faite. Je l'engageai à en faire part à l'Académie assez à temps pour que la Commission qui serait nommée pût prendre les dispositions nécessaires pour la répéter. Ce Mémoire a été présenté, en effet, à la fin de l'hiver dernier, et nous nous sommes mis en mesure de vérifier les résultats que l'auteur y annonçait, ce qui était d'autant plus indispensable qu'ils étaient loin de nous paraître suffisamment établis. Nous l'avons fait de notre mieux; et, ayant trouvé, par une analyse exacte, que le maïs contenait beaucoup plus de sucre cristallisable que l'on n'y en avait jusque-là supposé, nous n'avons pas dû en faire un mystère. La publicité a, comme tout autre droit, ses charges et ses avantages. Lorsqu'un auteur communique à l'Académie les résultats nouveaux qu'il a ou qu'il croit avoir obtenus, il s'en assure ainsi la possession incontestable; mais cette publicité qu'il leur donne détruit tout privilége exclusif à leur développement ultérieur. Ils deviennent, par cela même, soumis à toutes les vérifications et à toutes les controverses. Et il serait fort à regretter pour les sciences qu'il en fût autrement; car elles seraient bientôt tout à fait arrêtées dans leurs progrès, si la seule annonce d'une idée ou d'un projet d'expériences, ou même de résultats plus ou moins imparfaits déjà obtenus, suffisait pour mettre immédiatement un obstacle légal à tout développement ultérieur de ces mêmes idées, ou à toute vérification plus rigoureuse de ces résultats.

» Je n'ai plus qu'un mot à dire. Le Mémoire est déposé dans les archives de l'Académie. Chacun de nos confrères pourra, en le consultant, s'assurer si la Commission et son rapporteur ont été injustes envers le docteur Pallas. »

CHIRURGIE. — *Sur des moyens destinés à faciliter la résection des amygdales.* (Extrait d'une Note de M. **Leroy d'Étiolles.**)

« . . . . Un grand nombre d'instruments ont été imaginés dans ce but. Le meilleur est celui d'un Américain, M. Fanestock; son usage est devenu fréquent : cependant, tel que son auteur l'a créé, il laisse quelque chose à désirer. Lorsque l'amygdale est tant soit peu volumineuse, sa superficie seulement est enlevée. Pour engager davantage la glande dans la lunette destinée à la reséquer, M. Velpeau a transporté sur cet instrument la broche à bascule que j'avais jointe aux ciseaux en double faucille de M. Cloquet. Cela ne suffisait pas encore, parce que la broche ne pouvait traverser que la portion déjà en saillie dans la lunette. Il fallait, pour rendre cet instrument tout à fait usuel, attirer plus énergiquement la portion tuméfiée de la glande et la forcer à s'engager : c'est l'effet que produit l'érigne à bascule adaptée à l'instrument que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. »

M. **Vallée** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle ont été renvoyés deux Mémoires sur la *vision* qu'il a présentés en décembre 1840 et mai 1841. M. Vallée désirerait que le Rapport pût être fait avant l'époque où l'Académie s'occupera de nommer à la place d'académicien libre devenue vacante par la mort de M. *Pelletier*.

M. **Morand**, à l'occasion d'une discussion qui a eu lieu récemment dans le sein de l'Académie, touchant l'époque à laquelle les Chinois ont eu connaissance des deux satellites de Jupiter qu'ils mentionnent dans des éditions, d'ailleurs très-modernes, d'ouvrages qui ont été écrits à une époque assez reculée, revient sur une question longtemps débattue, et qui, suivant lui, ne serait pas encore résolue, savoir, si les anciens ont connu l'usage des télescopes.

« Il me semble, dit M. Morand, qu'il n'existerait aucun doute à cet égard si l'on rapprochait et si l'on discutait avec soin une foule de passages dispersés, les uns dans les livres de l'antiquité, les autres dans des livres du moyen âge, livres pour la plupart non encore traduits. »

L'auteur indique ensuite les principaux passages auxquels il vient de faire allusion, et qui, suivant lui, conduisent à répondre par l'affirmative à la question proposée.

M. **Arago** fait alors remarquer que ces différents passages, et plusieurs

autres relatifs à la même question, ont été déjà rapprochés et discutés avec beaucoup de soin, et que les conclusions auxquelles a conduit cet examen sont diamétralement opposées à celles que paraît adopter l'auteur de la Lettre.

M. Soyer adresse quelques remarques à l'occasion d'un Mémoire de M. *Cornay* sur la conservation des cadavres au moyen de la galvanoplastique. « L'idée de conserver des substances animales en déposant à leur surface, au moyen des courants électriques, une légère couche de métal, ne peut, dit l'auteur de la Lettre, être en aucune façon réclamée par M. Cornay comme sa propriété. Depuis longtemps j'ai préparé de cette manière divers animaux qu'on a pu voir dans mes ateliers, et j'ai préparé avec le même succès des cadavres de jeunes sujets qui m'avaient été fournis par M. Gannal. D'ailleurs je pense, comme ce chimiste, et contrairement à l'opinion de M. Cornay, que de très-fortes raisons s'opposent à ce qu'on ait recours habituellement à ce moyen, et qu'ainsi il ne faut point songer à le substituer aux procédés plus ou moins parfaits de conservation en usage aujourd'hui, ou même à l'employer concurremment avec un de ces procédés. »

(Renvoi à la Commission chargée de faire un Rapport sur le Mémoire de M. Cornay.)

M. Fernandez prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires en présence desquels il puisse faire les expériences nécessaires pour constater l'action d'une *eau hémostatique* de son invention.

Il sera écrit à M. Fernandez que, conformément aux usages l'Académie, une Commission ne peut être nommée pour assister à ses expériences tant qu'il n'aura pas fait connaître la composition du liquide qu'il se propose d'employer.

M. de Corteuil écrit relativement à diverses inventions qu'il dit avoir faites, mais sur lesquelles il ne donne pas assez de détails pour qu'on puisse juger s'il s'y trouve quelque chose de réel ou de neuf.

M. Virey annonce l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie une machine de son invention.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés* présentés, l'un par M. Foureau de Beauregard, l'autre par M. Lacauchie.

La séance est levée à quatre heures trois quarts. F.

ERRATA. (Séance du 10 octobre 1842.)

Page 723, ligne 11, *au lieu de* 1317, *lisez* 1817.
747, 1, *au lieu de* mai 1828, *lisez* mai 1838.
Ibid., 16, *au lieu de* en 1138, *lisez* en 1838.
Ibid., 21, *au lieu de* de leur rotation, *lisez* de leur révolution.
748, 35, *au lieu de* Ces cinq, *lisez* Ces quatre.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 15; in-4°.

Tables des Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842; in-4°.

Éléments de Statique, suivis de quatre Mémoires sur la Composition des moments et des aires; sur le Plan invariable du Système du Monde; sur la Théorie générale de l'équilibre et du mouvement des systèmes; et sur une Théorie nouvelle de la rotation des corps; par M. POINSOT; 8e édition, revue, corrigée et augmentée; Paris, 1842; in-8°.

Histoire topographique et médicale du grand Hôtel-Dieu de Lyon; par M. POINTE; in-8°.

Rapport adressé, le 17 *juin* 1842, *à M. l'Amiral* Duperré, *Ministre de la Marine et des Colonies, sur des expériences relatives à la fabrication du sucre et à la composition de la canne à sucre; par* M. PÉLIGOT; in-8°. (Extrait des *Annales maritimes et coloniales*, août 1842.)

Recueil de la Société polytechnique; août 1842; in-8°.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Besançon, séances publiques des 24 *août* 1841 *et* 27 *janvier* 1842; in-8°.

Sur le Phosphore et ses combinaisons binaires, et en particulier sur les combinaisons du Phosphore avec le Soufre. (Thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de l'Académie de Paris, par M. ATH. DUPRÉ.) 1840; in-4°.

Nouvelles observations en faveur de la Belladone, dans le traitement du Phimosis et du Paraphimosis accidentels; par M. P. DE MIGNOT; Bordeaux, 1842; in-8°.

Programme d'une mission en Chine, fait et adressé par M. A.-S. BELLÉE, *à* M. Thiers, *Ministre des Affaires étrangères;* in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; octobre 1842; in-8°.

Details of... *Détails d'une expérience dans laquelle certains insectes, connus sous le nom d'*Acarus de Cross, *sont apparus à la suite de l'action longtemps continuée d'un courant voltaïque sur du silicate de potasse dans une enceinte close sous le mercure; par* M. WECKER; Londres, 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; Table du XIX^e vol., comprenant les n^os 433-456 inclusivement; in-4°.

Osservazioni... *Observations sur l'état de la Zoologie en Europe, pour ce qui concerne les Vertébrés, dans l'année* 1840-1841, *lues à la* 3^e *réunion des Savants italiens, par* M. C.-L. BONAPARTE, prince de Canino et de Musignano; Florence, 1842; in-8°.

Riflessioni... *Réflexions de Médecine pratique sur le Seigle ergoté, et sur les heureux effets de ce médicament dans quelques affections hystériques; par* J.-D. NARDO; Venise, 1842; in-8°.

Annotazioni... *Notes de Médecine pratique sur les maladies crues, à tort, vermineuses; sur les faux vers, et sur les moyens de les connaître, par* le même; in-4°. (Extrait des *Actes de l'Athénée vénitien;* Venise, 1842.)

Prospetto... *Coup d'œil sur l'étiologie et le diagnostic des maladies nerveuses, principalement de l'Hystérie et de l'Hypocondrie; par* le même; Venise, 1842; in-8°.

Memoria... *Mémoire sur l'origine, la découverte et l'usage médicinal des eaux hémostatiques, vulgairement dites stagnotiques; par* M. P. MONTEROSSI; Naples, 1842; in-4°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 42.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n^os 121 à 123.

L'Expérience; n° 276.

L'Écho du Monde savant; n^os 28 et 29; in-4°.

L'Examinateur médical; t. III, n° 8.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

ÉLECTIONS.

M. Beautemps-Beaupré, en qualité de Président de la Section de Géographie et de Navigation, demande que l'Académie, conformément à ses usages pour les élections à faire dans cette Section, qui ne se compose que de trois membres, adjoigne aux deux membres restants, un troisième membre pris dans une autre Section, et complète ainsi la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la place devenue vacante par suite du décès de M. *de Freycinet*.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection de ce troisième membre de la Commission. Au premier tour de scrutin, M. Arago réunit la majorité des suffrages.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui aura à présenter une liste de candidats pour la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Pelletier*. Cette Commission doit se composer de deux membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, deux dans les Sections de Sciences naturelles, et deux parmi les académiciens libres.

Au premier tour de scrutin, MM. Arago et Poinsot, Chevreul et Dumas, de Bonnard et Séguier réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Mémoire sur les fromageries par association, ou fromageries communes, récemment établies en Suisse, et sur les avantages que des établissements semblables pourraient procurer à la France ; par* M. DE ROMANET. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Silvestre, Boussingault, de Gasparin.)

« La division des propriétés est le principal obstacle qui empêche nos cultivateurs de faire des fromages dits de *Grúyères,* car, pour que ces fromages présentent toutes les qualités qui en assurent le débit, il faut qu'ils soient d'un poids très-considérable, et cependant on ne peut pas réunir pour les faire le lait de plusieurs traites ; si cela avait lieu, la crème, étant déjà séparée du lait, ne se trouverait plus uniformément distribuée dans la pâte. On doit donc faire un fromage le matin et un fromage le soir, ce qui exige un très-grand nombre de vaches, et, quand la propriété se trouve aussi divisée qu'elle l'est chez nous, l'association offre seule les moyens de réunir la quantité de bêtes nécessaire.

» La Suisse présente de grands avantages pour la nourriture du bétail, et elle les doit sans doute en partie à la configuration du sol, qui affecte impérieusement au pâturage une portion considérable de son territoire ; mais ce pâturage ne dure que la moitié de l'année tout au plus ; il faut hiverner les troupeaux de vaches qui ont passé l'été sur la montagne, et alors on retrouve les inconvénients du morcellement des propriétés, lequel est bien plus avancé encore dans ce pays qu'en France. Si donc la Suisse a conservé le monopole de ces fromages précieux, elle le doit surtout au principe de l'association qui s'est rapidement développé chez ses habitants, et à l'établissement de fromageries communes où chaque cultivateur porte matin et soir le laitage de ses vaches, en réservant seulement ce qui est nécessaire pour la nourriture de sa famille, et participe ensuite au produit de la vente, en raison de la quantité de mesures de lait qu'il a fournies.

» La première de ces fromageries, ou du moins une des premières, a été établie, en 1827, à Wangen, dans l'Argovie bernoise. En 1830 elles étaient

encore en très-petit nombre, car on avait cru d'abord que leurs produits seraient d'une qualité inférieure à ceux de la montagne; mais, l'expérience ayant bientôt fait reconnaître le contraire, le nombre s'en est rapidement accru, et il s'en trouve aujourd'hui dans la plus grande partie des communes de la plaine. C'est donc une institution qui a reçu la sanction du temps, et partout où des fromageries ont pu se former, elles ont augmenté l'aisance à un point qu'il était impossible même d'espérer.

» Lorsqu'un certain nombre d'habitants d'un ou de plusieurs villages veulent en établir une, ils choisissent parmi eux un président qui dirige l'établissement, traite avec les marchands de fromages, préside à la répartition des produits, etc. Un compte particulier est ouvert à chacun des intéressés, et le premier garçon de la fromagerie inscrit matin et soir sur un livre-brouillon le nombre de pots ou de livres de lait versé par chaque associé; puis un secrétaire, qui souvent n'est autre que le maître d'école du village, vient une ou deux fois par jour mettre au net sur le grand-livre tout ce qui a été inscrit sur le livre-brouillon. L'association a des statuts qui stipulent des peines pour ceux qui chercheraient à altérer le lait; les préposés ont, de plus, des éprouvettes graduées, mais ils en font rarement usage, parce que chacun sent qu'il est directement intéressé à la bonne qualité des produits. Il est reconnu maintenant que la supériorité du fromage tient à la manière de le faire.

» Ce genre d'association permet, comme on le voit, aux plus petits propriétaires ou fermiers, même aux artisans des campagnes et aux simples manœuvres, de prendre part aux bénéfices assez considérables que produit la fabrication des fromages dits de *Gruyères*. Chaque habitant trouvant un produit plus avantageux de son laitage, a mieux nourri ses vaches, et n'a rien négligé des moyens qui lui permettaient d'entretenir un nombre plus grand de ces animaux.

» Bientôt on a reconnu que, grâce au surcroît de soins et de nourriture qu'on leur donnait, les vaches pouvaient suppléer les bœufs dans les travaux agricoles, et fournir à la fois du lait et du travail; de là est venue la diminution progressive du nombre des bœufs qui, dans les parties les plus riches de la Suisse, et notamment dans le canton de Berne, sont réduits, quant au nombre, à peu près au quart de ce qu'ils étaient il y a quinze ans. Est-ce un mal? je ne le pense pas : je crois même que c'est un bien de toutes manières. La vache est la viande qui convient au grand nombre; chacun sait que si, à égal degré d'engraissement, elle est un peu moins savoureuse que le bœuf, elle lui devient supérieure quand l'animal a été mieux

engraissé, et que, dans tous les cas, elle offre une nourriture extrêmement salubre à la classe ouvrière.....

» Maintenant les avantages que les fromageries communes ont procurés à la plaine de Suisse, pourquoi la France ne les recueillerait-elle pas? Le Jura français fait déjà des fromages qui ne le cèdent en rien au véritable gruyère; mais cette industrie est confinée dans les pays de hautes montagnes, dans le département du Doubs et dans quelques parties du département du Jura; nos provinces du centre, auxquelles des établissements de ce genre seraient le plus utiles, n'y ont aucune part. On sait cependant que le fromage confectionné dans la plaine de Suisse, où les vaches vivent principalement, comme chez nous, de sainfoin, de luzerne, de trèfle et de seigle coupé en vert, est aujourd'hui au moins aussi recherché que celui des montagnes.....

» L'établissement des fromageries communes, en augmentant, aux yeux de nos cultivateurs, le prix du laitage, contribuerait plus que tout autre chose à encourager la pratique des irrigations, à diminuer l'usage des jachères, à propager la culture des prairies artificielles, des plantes sarclées, et de tout ce qui est propre à nourrir les bestiaux à l'étable; et, par l'accroissement d'engrais qui en serait la suite, il amènerait une augmentation sensible des céréales et de tous les autres produits de l'industrie agricole. »

M. **Dumas**, à l'occasion du Mémoire de M. *de Romanet* sur les fromageries suisses, demande à l'Académie la permission de l'entretenir de quelques recherches qu'il se propose de lui communiquer incessamment, tant en son nom qu'en celui de M. **Payen**, tendant à prouver que toutes les matières grasses des animaux proviennent des plantes ou de la nourriture de ces animaux, qui les assimilent en nature ou légèrement modifiées. M. Liebig, qui a adopté une opinion opposée, s'exprime de la manière suivante dans un ouvrage récent :

« Aujourd'hui, les relations entre les aliments et le but qu'ils ont à
» remplir dans l'économie nous paraissent bien autrement claires depuis
» que la chimie organique les a examinées par la méthode quantita-
» tive.

» Une oie maigre, pesant 2 kilogr., augmente de 2$^{kil.}$,50 dans l'espace de
» trente-six jours, pendant lesquels on lui donne, pour l'engraisser,
» 12 kil. de maïs; au bout de ce temps on peut en extraire 1$^{kil.}$,75 de
» graisse. Il est évident que la graisse ne s'est pas trouvée toute formée

» dans la nourriture, car celle-ci ne renferme pas $\frac{1}{1000}$ de graisse ou de matières semblables. »

» L'autorité de M. Liebig est si grande, que je crois devoir dire ici que nous avions cherché depuis assez longtemps, M. Payen et moi, à nous rendre compte du pouvoir engraissant du maïs. Les agriculteurs savaient déjà qu'un boisseau de maïs, pesant probablement 10 à 11 kilogr., fournit près d'un litre d'huile.

» Des expériences précises nous ont appris que le maïs renferme, en effet, 9 pour 100 d'une huile jaune dont j'ai l'honneur de mettre une centaine de grammes sous les yeux de l'Académie.

» Ainsi, en mangeant 12 kilogrammes de maïs, une oie mange en effet $1^{kil},25$ de matières grasses; il n'est pas étonnant qu'elle en puisse fournir $1^{kil},75$, en tenant compte de celle qu'elle contenait déjà.

» Le foin renferme, quand on le prend dans la botte tel que les animaux le mangent, à peu près 2 pour 100 de matières grasses.

» Nous ferons voir que le bœuf à l'engrais et la vache laitière fournissent toujours moins de matière grasse que leurs aliments n'en contiennent. Pour la vache laitière, toutefois, le beurre représente, à bien peu de chose près, les matières grasses de l'alimentation, au moins en ce qui concerne les aliments que nous avons déjà étudiés.

» Dans notre opinion, qui vient justifier tout l'intérêt que nous inspire le travail de M. de Romanet, les faits agricoles et l'analyse chimique s'accorderaient à prouver que la vache laitière constitue le moyen le plus exact et le plus économique pour extraire des pâturages les matières azotées et les matières grasses qu'ils contiennent. »

CHIRURGIE. — *Remarques sur la cautérisation de l'urètre; par* M. CIVIALE.

(Commission précédemment nommée.)

L'auteur résume dans les termes suivants les conséquences qui se déduisent des recherches qui font le sujet de son Mémoire :

« D'après ce que je viens de dire sur l'emploi du caustique dans l'urètre comme moyen de détruire les rétrécissements, on voit :

» 1°. Que cette méthode est fort ancienne, qu'elle a présenté de nombreuses variétés quant aux agents employés et quant à la manière de les mettre en usage, et qu'à différentes époques elle a joui d'une vogue dont on ne se rend pas raison, parce qu'en définitive elle n'a jamais produit les

effets qui lui ont été attribués, soit qu'on ait agi d'avant en arrière, soit que l'action ait été dirigée de dedans en dehors.

» 2°. Que, par suite de péripéties propres à tous les procédés aventureux, cette vogue a fait place à un discrédit complet, en France d'abord, en Angleterre ensuite; et que cependant, remise en vigueur parmi nous, elle y trouve un patronage puissant, des défenseurs qui la vantent à outrance. Si l'on examine les faits sur lesquels on s'appuie, on les trouve incomplets, inexacts, tenant du merveilleux, placés, pour la plupart, en dehors de ce que comportent les lois de la logique et les bornes d'une observation sévère, et ne supportant ni l'examen, ni la discussion.

» 3°. Que les auteurs ne sont pas plus d'accord entre eux sur le mode d'action du caustique que sur la manière de procéder à son application; que si les anciens et les Anglais, en cautérisant d'avant en arrière, ne savaient ni ce qu'ils détruisaient, ni ce qu'il fallait respecter, les modernes partisans de cette méthode, en cautérisant de dedans en dehors, ne procèdent pas avec plus de certitude; que le porte-caustique et la sonde à cautériser, au lieu de donner plus de précision à cette pratique, ne font qu'ajouter aux inconvénients et aux dangers de la cautérisation envisagée d'une manière générale.

» 4°. Qu'on ne s'est pas entendu sur les cas dans lesquels la cautérisation pouvait être utile et ceux dans lesquels il fallait s'en abstenir; qu'on a fait de la cautérisation une panacée universelle contre les coarctations urétrales, sans songer qu'une méthode est entachée d'erreur par cela seul qu'on en généralise l'emploi.

» J'ai démontré :

» 1°. Que les sondes exploratrices, d'après lesquelles on s'est exclusivement guidé dans l'application du caustique, ne fournissent que des données inexactes ou insuffisantes, par conséquent on a procédé en aveugle à la cautérisation.

» 2°. Que les instruments appelés *porte-caustique* et *sonde à cautériser* étaient impropres à pénétrer dans les rétrécissements avancés, et qu'au lieu de cautériser le point rétréci de dedans en dehors, comme on l'avait pensé, on agissait d'avant en arrière; que très-souvent même le porte-nitrate ne sortant pas de son conducteur, le caustique est dissous dans l'instrument, et se mêle ensuite aux mucosités urétrales, sans exercer d'action médicatrice; ce qui explique pourquoi on a pu faire un très-grand nombre de cautérisations sur les mêmes individus sans résultat salutaire ou malfaisant.

» 3°. Que l'azotate d'argent employé contre les rétrécissements urétraux n'agissait pas spécialement par sa vertu escarrotique, comme on le pense généralement. Les faits que j'ai cités à cet égard ne laissent pas le moindre doute.

» 4°. Que les moyens d'exploration à l'aide desquels on a essayé de constater la lésion pathologique qu'il s'agissait de détruire, et de déterminer les effets de la cautérisation, sont généralement infidèles et souvent impraticables; que, de l'aveu même des partisans du caustique, ces moyens conduisent souvent à l'erreur. Or, procéder comme on l'a fait à l'application de la cautérisation urétrale d'après les seules données fournies par ces moyens, c'est laisser entrevoir le peu de confiance que méritent les faits annoncés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIRURGIE. — *Note sur un nouvel instrument pour l'opération de la pupille artificielle; par* M. LEROY D'ÉTIOLLES.

(Commissaires, MM. Roux, Breschet.)

« Le nouvel instrument que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie doit, si je ne me trompe, permettre de pratiquer l'opération de la pupille artificielle d'une manière plus régulière et plus sûre que l'on ne peut le faire avec les moyens actuellement mis en usage. Dans le procédé généralement usité, on fait une incision de la cornée; par cette ouverture on introduit des petites pinces qui vont saisir l'iris et amènent au dehors une portion que l'on resèque avec des ciseaux. Cette manœuvre a le double inconvénient de faire une pupille très-irrégulière, et de coller le pourtour de cette membrane, d'où résulte un trouble dans la vision, et parfois la perte totale de la vue. Jusqu'ici on n'était pas parvenu à faire à l'iris une ouverture régulière avec perte de substance (condition essentielle pour le succès de l'opération), en agissant dans la chambre antérieure. L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie remplit ces deux conditions, et j'apprends qu'il a été appliqué avec succès en Allemagne par plusieurs chirurgiens. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur quelques inventions relatives aux moyens propres à assurer la régularité de la marche des chronomètres ; par* M. Nouviaire.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Gambey, Despretz.)

La modification principale proposée par M. Nouviaire consiste à disposer le mouvement du chronomètre dans une boîte capable de garder le vide. En excluant l'air de la boîte, M. Nouviaire s'est proposé non-seulement de se mettre à l'abri des irrégularités dépendantes des différences de pression barométrique, ce que M. Breguet avait déjà obtenu par un moyen un peu différent, mais encore de s'opposer à l'évaporation et à l'oxydation des huiles qui facilitent le jeu des pivots. Une autre partie de sa Note est relative à un mode nouveau de suspension destiné à atténuer les effets des secousses verticales, secousses auxquelles ne remédie point la suspension de Cardan quand on l'emploie seule.

MATHÉMATIQUES — *Mémoire sur le calcul des intérêts ; par* M. Cortazar.

(Commissaires, MM. Lacroix, Liouville.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une nouvelle forme à donner aux rails des chemins de fer, et sur une pièce à ajouter aux waggons, afin de les empêcher de sortir de la voie ;* Note de M. Carrand.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

M. Rosselet soumet au jugement de l'Académie une nouvelle disposition de *roues* dans lesquelles le moyeu, au lieu d'être uni aux jantes par des rais rigides, leur est uni par un système de pièces élastiques. L'auteur croit que cette disposition serait particulièrement applicable aux voitures des chemins de fer et aurait pour effet de prévenir les modifications qui se produisent dans la structure moléculaire des essieux, par suite des chocs répétés, modifications qui tendent, comme on sait, à en amener la rupture.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

M. **Arago** présente une Lettre dans laquelle M. *Schumacher* rend compte des observations de la dernière éclipse totale, faites en Russie.

» M. **Dumas** demande à l'Académie la permission de l'entretenir d'expériences tellement remarquables, qu'elles lui semblent ouvrir une ère nouvelle aux recherches de la physiologie la plus délicate.

Ces expériences se trouvent déjà rapportées dans un paquet cacheté déposé par M. Dumas, au nom de M. **Matteucci**, et dont l'auteur, présent à la séance, désire aujourd'hui l'ouverture.

» Voici comment s'exprime l'habile physicien de Pise, dans la Note que le paquet cacheté renferme :

« Préparez rapidement la cuisse d'une grenouille, en y laissant le nerf » attaché; placez ce nerf sur les cuisses d'une autre grenouille préparée à la » manière ordinaire. Si alors vous obligez cette seconde grenouille à con- » tracter ses muscles, soit au moyen d'une excitation électrique, soit par » tout autre moyen, au moment où la contraction musculaire aura lieu, » on verra se contracter également les muscles de la jambe de la première » grenouille. »

« Si je ne me trompe, ajoute M. Dumas, c'est la première fois qu'on a vu la contraction des muscles d'un animal exercer une influence quelconque sur les nerfs d'un autre animal et déterminer la contraction; et si l'on ajoute que cette influence se transmet à travers une feuille de papier fin et sans colle interposée entre les deux animaux, tandis qu'elle est arrêtée par une lame d'or très-mince, on comprendra tout ce qu'il y a de neuf dans cette classe de phénomènes découverts par M. Matteucci.

» Cette expérience, et quelques autres non moins nettes, ont été reproduites avec une précision singulière par M. Matteucci dans mon laboratoire, en présence de MM. de Humboldt, Kupfer, Valenciennes, etc. Parmi les nouvelles expériences, je me bornerai à citer la suivante :

» M. Matteucci prépare très-rapidement la jambe d'une grenouille à laquelle il laisse attaché son filet nerveux, et il introduit cette jambe dans un tube de verre bien verni qu'il tient à la main. En faisant ensuite une blessure dans le muscle d'un animal quelconque, vivant ou récemment tué, et en faisant plonger dans la blessure le filet nerveux de la jambe qui est dans le tube de verre, de manière à ce que ce filament nerveux touche par

un point l'intérieur de la blessure, et, par un autre, le bord de cette blessure ou la surface du muscle, on voit la jambe se contracter. En tenant la jambe ainsi isolée, ce n'est plus le courant propre de la grenouille qui se décharge par le corps de l'observateur et qui produit la contraction : puisqu'il faut que le filet nerveux et la masse musculaire se touchent en deux points différents, c'est bien à un courant électrique qu'on doit attribuer la contraction.

» Il ne faut pas confondre cette expérience avec celle d'Aldini et d'autres; ceux-ci n'isolant pas la jambe de la grenouille dont le nerf est plongé dans la blessure, n'étaient pas à l'abri des contractions produites par le courant propre; en effet, Aldini, en rendant compte d'une expérience dans laquelle il s'était isolé sur un petit banc (et c'est la seule dans laquelle il paraisse avoir pris cette précaution), dit (p. 17, vol. Ier de son *Essai*) que la grenouille ne se contractait pas dans ce cas, ce qui prouve avec évidence que toutes les contractions qu'il a observées sont dues au courant propre qui circule dans le corps de l'observateur. De même on n'avait pas établi que, pour avoir des contractions par cette méthode, il fallait faire arc avec le nerf en deux points de la masse musculaire, ce qui faisait que l'expérience ne réussissait qu'accidentellement. Au reste, ces faits, établis par une expérience si simple, sont prouvés par M. Matteucci d'une manière plus rigoureuse encore par d'autres expériences faites avec le galvanomètre, qui donnent la direction de ce courant, et qui prouvent l'indépendance de ce courant de toute action chimique ou autre, qu'on pourrait supposer introduite par l'expérience. »

M. Milne Edwards communique à l'Académie divers faits relatifs à l'organisation des animaux sans vertèbres, constatés récemment par M. de Quatrefages, qui s'occupe avec zèle et succès de recherches anatomiques et zoologiques sur la faune de notre littoral. M. Milne Edwards avait découvert, il y a quelques années, chez une petite Éolide de la Méditerranée, un système de canaux qui naît du tube digestif, se ramifie dans les branchies, les tentacules et les autres parties du corps, reçoit dans son intérieur les matières alimentaires avalées par l'animal, et les fait circuler dans l'économie, à l'aide des mouvements péristaltiques dont ses parois sont animées. Plus récemment, M. Löven, de Stockholm, a observé une disposition analogue chez d'autres animaux du même genre; et, dans une Lettre datée de St.-Vaast-la-Hougue, M. de Quatrefages donne de nouveaux détails sur ce point curieux et encore peu connu de l'anatomie des Mollusques.

« J'ai trouvé, dit M. de Quatrefages, un petit mollusque nu qui me paraît fort intéressant; sa transparence m'a permis de l'étudier au micro-

scope, et d'en faire une anatomie à très-peu de chose près complète. C'est un gastéropode dont le corps est couvert de cirrhes assez gros, qu'il dresse d'un air menaçant au moindre contact, comme fait le porc-épic avec ses piquants. L'appareil digestif consiste en un canal central d'où partent à droite et à gauche, d'une manière parfaitement symétrique, des branches qui aboutissent à un canal marginal très-grêle, régnant tout autour du corps. De chaque branche partent, en outre, des canaux qui pénètrent jusque vers l'extrémité des cirrhes. On voit parfaitement les matières en digestion aller et venir dans ce système de canaux. Ces dispositions anatomiques m'ont rappelé les dessins de M. Löven; mais, grâce à la transparence de mon petit mollusque, j'ai pu aller plus loin, et reconnaître l'existence d'un cœur d'où partent des artères, mais où n'aboutissent point de veines. Deux oreillettes placées en arrière reçoivent le sang, qui arrive de toutes parts par des mailles lâches et lacuneuses. Ces oreillettes elles-mêmes semblent n'être qu'une de ces lacunes, un peu mieux organisée et douée d'une contractilité active. Le système nerveux n'est guère moins singulier, et sa disposition confirme d'une manière bien remarquable ce que vous me disiez, il y a quelque temps, sur la tendance de cet appareil à se porter vers la face dorsale chez les Mollusques. Un peu en arrière, et au-dessus de la masse buccale, on trouve deux paires de ganglions. Le collier œsophagien est complété par une bandelette très-étroite et par deux petits filets se réunissant à un petit ganglion sous-œsophagien. Ce sont les masses supérieures, celles, par conséquent, qui représentent le cerveau des Mollusques, d'où partent tous les nerfs du corps. Ce qui me paraît assez curieux, c'est que le même ganglion fournit à la fois les nerfs tentaculaire, optique, cardiaque et ceux qui se rendent aux organes de la génération et aux branches latérales du tube digestif. J'ajouterai que tout est symétrique dans les deux portions latérales de ce singulier Mollusque, sauf les organes génitaux. Voilà donc un Mollusque appartenant à une des divisions les plus élevées de cet embranchement, qui présente des rapports évidents, d'un côté avec les articulés, et de l'autre avec les rayonnés.

» J'ai fait aussi plusieurs petites observations de détail sur divers sujets qui, je crois, ne sont pas sans intérêt; mais je ne sais trop quand se terminerait cette Lettre, déjà si longue, si je vous les envoyais toutes. J'ajouterai seulement les deux suivantes. Je me suis assuré que la petite Ophiure grisâtre, si abondante sous les pierres de ces côtes, est vivipare. J'ai extrait du corps de l'une d'elles six petits, dont quatre ont vécu plus

de quarante-huit heures après cet accouchement forcé. J'ai rencontré une jeune Annélide tubicole, bien reconnaissable, ayant déjà ses soies parfaitement formées, et portant encore son vitellus. Celui-ci communique avec le tube digestif par la nuque, bien en avant du bulbe œsophagien, et presque immédiatement en arrière de la région buccale. Cette petite Annélide (Térébelle) ne devait certainement pas subir de métamorphoses pour arriver à l'état parfait, comme paraît le faire celle décrite par M. Löven. »

PHYSIQUE. — *Sur les réflexions d'un rayon de lumière à l'intérieur d'une veine liquide parabolique;* Lettre de **M. Colladon**.

« J'ai souvent cherché dans mes cours à rendre visibles pour tous les élèves les différentes formes que prend une veine fluide en sortant par des orifices variés. C'est pour y parvenir que j'ai été conduit à éclairer intérieurement une veine placée dans un espace obscur. J'ai reconnu que cette disposition est très-convenable pour le but que je m'étais proposé, et que de plus elle offre dans ses résultats une des plus belles et des plus curieuses expériences que l'on puisse faire dans un cours d'optique.

» L'appareil que j'emploie pour ces essais se compose d'un vase parallélipédique de 1 mètre de hauteur; sur une des faces, un peu au-dessus du fond, est une ouverture où s'adaptent à vis différents diaphragmes pour varier la grosseur du jet. Cette veine s'échappe du vase dans une direction horizontale : pour l'éclairer intérieurement on perce un trou dans la paroi opposée sur la même direction, et on adapte à ce trou une lentille convexe; on ajoute en dehors du vase un tube horizontal, noirci à l'intérieur, destiné à empêcher les rayons obliques à l'axe du jet de pénétrer dans le vase. L'appareil est ensuite placé dans une chambre obscure; un des volets de cette chambre est percé d'un trou auquel on adapte le tube noirci, et l'on renvoie par un miroir un faisceau de lumière solaire parallèlement à l'axe du tube.

» Les rayons lumineux traversent la lentille et le liquide, et vont converger dans l'ouverture par laquelle s'échappe la veine; une fois entrés dans la veine, ils rencontrent sa surface sous un angle assez petit pour éprouver une réflexion intérieure totale; le même effet se reproduit à chaque nouveau point d'incidence, en sorte que la lumière circule dans ce jet transparent comme dans un canal, et en suit toutes les inflexions.

» Si l'eau est parfaitement limpide et l'ouverture du diaphragme bien

nette, la veine est à peine visible, quoiqu'une lumière très-intense circule dans son intérieur. Mais partout où cette veine rencontre un corps solide qui l'interrompt, la lumière qu'elle contenait s'échappe, et les points de contact deviennent lumineux. Ainsi, en recevant le jet dans un bassin posé horizontalement, le fond de ce bassin se trouve illuminé par la lumière sortie du vase à travers la veine.

» Si la veine tombe d'une grande hauteur, ou si son diamètre n'est que de quelques millimètres, elle se réduit en gouttes dans sa partie inférieure. C'est là seulement que le liquide s'éclaire, et chaque point de rupture de la veine lance une vive lumière. Si une veine continue tombe sur une surface capable d'un certain nombre de vibrations, le mouvement vibratoire peut se communiquer au jet liquide qui se brise jusqu'à une grande hauteur au-dessus de la plaque vibrante. Cette expérience de Savart, ainsi que plusieurs de celles qu'il a étudiées et décrites dans les *Annales de Chimie*, peuvent se répéter et être rendues facilement observables par ce nouveau procédé. On comprend d'ailleurs qu'il serait aussi facile d'éclairer un jet ayant une direction quelconque au moyen de réflecteurs; la seule précaution essentielle c'est de se servir d'eau à la température de la chambre où l'on opère, pour qu'il ne se dépose pas de rosée sur la surface extérieure de la lentille.

» Dans les expériences qui ont pour but de rendre visible le jet près de l'orifice, pour étudier les contractions de la veine, il est indispensable de louchir l'eau, soit avec des solutions, soit en y mélangeant des poussières; la lumière se disperse à sa sortie du vase, et la veine devient lumineuse à sa partie supérieure.

» Un fait que l'on peut souvent observer avec cet appareil, c'est que de petits coups frappés contre le vase, près de l'orifice, avec un corps dur, brisent la veine dans le plan même de l'orifice, et y produisent de véritables fissures faciles à voir et très-brillantes. Parfois ces fissures liquides ne se referment pas, elles continuent de subsister en s'écoulant dans la veine.

» M. Plateau a lu à l'Académie de Bruxelles, le 4 juillet 1842, une Note sur l'inflexion de la lumière qui frappe obliquement une surface métallique concave; les expériences que je viens d'énumérer sont antérieures de plusieurs mois à cette communication de M. Plateau. Le cabinet du Conservatoire des Arts et Métiers de Paris possède, depuis le mois d'octobre 1841, un de mes appareils qui a été construit par M. Bourbouze, à la demande de M. Pouillet; on en a fait, à la même époque, pour des cours pu-

blics à Londres, et tous les résultats mentionnés plus haut ont été répétés dans les cours de Physique et de Mécanique de Genève, au mois de juin 1841. »

OPTIQUE. — *Note sur la transmission de la lumière par des canaux sinueux; par* M. BABINET.

« A l'occasion d'une communication de M. Colladon, M. Arago a cité une expérience que j'avais faite à mon cours du Collége de France et à la Société philomatique, et qui consiste à verser l'eau d'une carafe, par un mince filet continu, dans un vase de porcelaine, où sur une feuille de papier, en ayant soin de mettre à la hauteur du fond de la carafe une bougie allumée. La lumière de la bougie suit, par des réflexions totales, le filet d'eau, et devient manifeste quand celui-ci se brise sur la porcelaine ou sur le papier. Ce moyen de porter l'illumination dans une direction non rectiligne réussit très-bien avec une tige de verre courbée d'une manière quelconque, et je l'avais indiqué à la Société philomatique, à l'occasion d'une communication de M. Cagniard-Latour sur les mouvements de la glotte, pour éclairer l'intérieur de la bouche. Au cours du Collége de France, je l'avais indiqué pour illuminer les fils micrométriques des télescopes et des microscopes. Enfin j'ai observé encore que des masses semi-circulaires de crown de Saint-Gobain, destinées aux lentilles à échelons des phares, et de plus d'un mètre de longueur, transmettent d'un bout à l'autre une très-belle lumière verte. La qualité de la lumière ainsi transmise paraît tout à fait analogue à celle de plusieurs phénomènes de phosphorescence, et, comme la lumière transmise par les tiges de verre droites ou courbes peut être graduée à volonté, je pense que ce serait le meilleur point de comparaison à prendre pour ces faibles lueurs si difficiles à assimiler à d'autres lumières pour la teinte comme pour l'éclat. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la matière amère du chardon-bénit; par* M. FRANCIS SCRIBE.

« Le Cnicin a été retiré, en 1837, des feuilles du chardon-bénit (*Centaurea benedicta*), par M. Notivelle, dans le laboratoire de M. Guérin. Il existe également dans les feuilles du chardon étoilé (*Centaurea calcitropa*) et dans toutes les plantes amères de la nombreuse tribu des Cynarocéphales.

» Le Cnicin est un corps neutre, cristallisant en aiguilles blanches, transparentes, d'un éclat satiné, sans odeur, d'une saveur franchement amère, inaltérable à l'air et sans réaction sur les couleurs végétales; soumis à la chaleur, il fond sans se volatiliser; si l'on élève la température au-dessus du point de fusion, il se décompose, devient jaune, prend l'aspect d'un corps résineux, et abandonne des vapeurs qui prennent feu à l'air en brûlant avec une flamme très-blanche. Il reste un charbon spongieux, boursouflé, qui, après sa combustion, ne laisse aucun résidu.

» Il est à peine soluble dans l'eau froide : l'eau bouillante le dissout beaucoup mieux, et prend alors une saveur amère et astringente; mais si l'on prolonge l'ébullition, la liqueur se trouble, devient opalescente, et laisse déposer, en se refroidissant, un liquide oléagineux et épais comme une térébenthine. Serait-ce un corps isomère, ou résulterait-il de la fixation d'une certaine quantité d'eau?

» Le Cnicin se dissout en outre, presque en toutes proportions, dans l'alcool et l'esprit de bois; mais il ne peut se dissoudre dans les huiles fixes et l'essence de térébenthine. Il est presque insoluble dans l'éther.

» L'acide sulfurique le dissout en se colorant fortement en rouge de sang; quand on élève la température, le mélange noircit. La dissolution dans l'acide sulfurique, étant étendue d'eau, conserve une teinte violacée, qui passe au jaune par l'addition de l'ammoniaque.

» L'acide chlorhydrique concentré prend subitement une couleur verte. Si l'on opère à chaud, le liquide brunit, devient trouble; des gouttelettes oléagineuses se développent à sa surface, se réunissent et forment, par le refroidissement, une substance jaune qui présente la consistance et les propriétés d'une résine.

» Il contient :

	I.	II.	III.	IV.
Hydrogène......	6,9	7,1	6,89	6,92
Carbone........	62,9	62,9	62,16	62,36
Oxygène.......	30,2	30,0	30,95	30,72

» En adoptant les deux premières analyses, qui sont les plus concordantes, on est conduit à la formule

$$C^{84}\ H^{56}\ O^{15}, \qquad (C = 75, \quad H = 12,5),$$

formule qui, comparée à celles de la salicine et de la phlorizine, semble rapprocher le cnicin de ces deux dernières substances. L'examen plus

approfondi des transformations de la cnicine permettra peut-être de réunir ces trois matières dans un rapport plus intime, d'autant plus qu'il est à remarquer qu'elle se comporte avec l'eau, l'alcool, l'éther, les huiles, de la même manière que la salicine et la phlorizine. »

CHIMIE. — *Note en réponse à une réclamation de priorité élevée par* M. Laurent *relativement aux acides draconique et nitrodraconique.* — *Nouvelles recherches sur l'essence d'anis; par* M. **A. Cahours.**

« M. Laurent, en terminant un Mémoire qu'il a communiqué dans l'avant-dernière séance, a cherché à établir sa priorité au sujet de la découverte des *acides draconique et nitrodraconique.* Il me sera facile de prouver qu'il est dans l'erreur: mon travail a été présenté à la Société philomatique en juillet 1839; plus tard, une Note fut déposée par moi sur le bureau de cette Société, en août 1840. Heureusement pour moi, cette Note fut publiée bientôt après, par un journal, dans son numéro de septembre 1840, c'est-à-dire sept mois avant la communication de M. Laurent, qui date du 26 avril 1841. Si, quand le travail de ce dernier a été présenté à l'Académie, l'identité de ses produits avec les miens n'a été reconnue ni par lui, ni par moi, c'est qu'il avait donné des formules très-différentes des miennes. Il a fallu, en conséquence, que M. Gerhardt reprît les analyses de M. Laurent, qu'il rectifiât ses formules, travail qui a mis hors de doute l'identité des produits de M. Laurent et des miens. Mais je me devais à moi-même d'établir ces faits devant l'Académie, qui a bien voulu accueillir avec bienveillance mes communications.

» Je profiterai de cette circonstance pour communiquer à l'Académie, d'une manière sommaire, la suite de mes résultats sur l'*essence d'anis.*

» L'anisol $C^{28}H^{16}O^{2}$, traité par le brome et l'acide nitrique fumant, fournit des composés dérivés par substitution, qui sont parfaitement bien cristallisés, et peuvent se représenter par les formules

$$\begin{matrix} C^{28}H^{12}O^{2} \\ Br^{4} \end{matrix}$$

et

$$\begin{matrix} C^{28}H^{12}O^{2} \\ 2(Az^{2}O^{4}) \end{matrix}$$

» Avec l'acide sulfurique fumant, j'ai obtenu deux composés: l'un qui

correspond à l'acide sulfovinique et qui forme des combinaisons cristallisées avec les bases métalliques; le second cristallisé en fines aiguilles et qui paraît analogue à la sulfobenzide.

» J'ai formé les éthers des acides chloroanisique, bromoanisique et nitroanisique.

» Enfin, je ferai remarquer que l'anisol $C^{28}H^{16}O^{2}$ peut être considéré comme l'alcool de la série benzoïque dont l'huile d'amandes amères serait l'aldéhyde; je m'occupe en ce moment de ces recherches. »

ZOOLOGIE. — *Note sur une nouvelle espèce de Campagnol; par* M. MARTINS.

Cette espèce, que M. Martins a découverte au Faulhorn, et qu'il désigne sous le nom d'*Arvicola nivalis*, parce qu'il l'a observée au-dessus du niveau des neiges perpétuelles, appartient au groupe des Campagnols murins (*Myodes*) que M. Selys-Longchamps a établi dans le genre *Arvicola*, et se rapproche beaucoup de l'*Arvicola riparia* de Yarell. et du *Myodes saxatilis* de Pallas.

M. Martins en donne les caractères dans la phrase suivante :

« *Arvicola nivalis : nigro cinerescens, lateribus subfulvis; capite magno, mystacibus breviore; auribus ciliatis, vellere longioribus; caudâ squammosâ, nudiusculâ, dimidium corporis superante.* »

L'*Arvicola nivalis* a été trouvé dans l'intérieur de l'auberge du Faulhorn, ce qui pourrait faire d'abord supposer qu'il n'est venu dans les lieux où on l'a observé qu'à la suite de l'homme, et quand il pouvait déjà être assuré d'une retraite pour l'hiver.

« Mais cette conjecture, dit M. Martins, serait sans fondement. En effet, l'auberge date de 1832; or le colonel Weiss, qui avait établi en 1811 un signal géodésique sur ce sommet, raconte qu'il y trouva une espèce de souris qu'il n'avait jamais vue. Les guides de M. Pictet l'assurèrent avoir trouvé des souris aux Grands-Mulets, rochers isolés au milieu des neiges du mont Blanc, à la hauteur de 3455 mètres. M. Hugi a vu un rongeur qui, d'après sa description, ne peut être que notre espèce, sur le col de la Strahleck, à 3150 mètres, et sur le Finster Aarhorn à 3900 mètres. Il a retrouvé les mêmes animaux, le 8 janvier 1832, dans une cabane abandonnée, située sur les bords du glacier inférieur de Grindelwald, à 1720 mètres au-dessus de la mer. Ils s'enfuirent lestement à son approche, ce qui prouve qu'ils ne s'engourdissent pas en hiver. On peut donc affirmer qu'en été du moins, l'*Arvicola nivalis* habite à la limite ou au-dessus de la limite des neiges

perpétuelles, que M. de Humboldt fixe à 2708 mètres dans les Alpes de la Suisse. Nul mammifère n'occupe constamment une station si élevée ; aussi m'a-t-il semblé que quelques détails sur les conditions climatériques au milieu desquelles il se trouve ne seraient pas sans intérêt.

» Les séries d'observations météorologiques faites au sommet du Faulhorn, en 1832 et 1833, par M. Kaemtz ; en 1841 et 1842, par MM. Bravais, Peltier et moi, fournissent les données suivantes : la pression atmosphérique moyenne est de 555 millimètres. La moyenne thermométrique de l'année — 2°,33 centigr. ; celle des mois de juin, juillet, août et septembre réunis, de + 2°,5 à + 3°,0. Les extrêmes de température observés par nous, du 15 juillet au 4 septembre 1841, — 5°,3 et + 13°,3. La neige disparaît vers la fin de juin ou le commencement de juillet ; elle persiste depuis le commencement d'octobre. Il en tombe trois ou quatre fois au moins pendant chaque mois de l'été : en hiver son épaisseur est de plusieurs mètres, et la moyenne thermométrique de — 9° environ, ce qui suppose des froids accidentels de — 20° à — 25°. Pendant l'été la température du sol, dans une zone comprise entre 2 et 13 décimètres de profondeur, était de + 2°,90. Si la chaleur acquise par la terre pendant la belle saison se conserve sous l'épaisse couche de neige qui l'abrite pendant l'hiver, on conçoit que les Campagnols puissent rester dans leurs terriers sans être tués par le froid. »

M. Chuard, à l'occasion de l'accident arrivé récemment à Firminy, près Saint-Étienne, rappelle que l'instrument qu'il a présenté sous le nom de *Gazoscope* offre, dans bien des cas, les moyens de prévenir les accidents de même nature, tant dans les mines sujettes au feu grisou que dans les édifices éclairés par l'hydrogène carboné. Il annonce avoir fait subir à son appareil les modifications qui lui ont été suggérées par la Commission, et exprime le désir que cette Commission puisse faire prochainement son Rapport.

M. Delarue adresse les *Tableaux des Observations météorologiques* faites à Dijon pendant les mois de juin, juillet, août et septembre, observations qui font suite à celles dont il avait précédemment présenté les résultats.

M. E. Lecomte écrit qu'il a découvert dans l'église Notre-Dame de Paris un *zodiaque* qui offre, comme celui que l'on connaît à la porte de la Vierge, outre les signes célestes, les représentations des travaux correspon-

dants aux douze mois de l'année, et les figures des Vertus et des Vices. Ce zodiaque, au lieu d'être sculpté comme le premier, est peint sur les vitraux de la rosace.

Une Commission, composée de MM. Biot, Arago et Mathieu, est chargée de prendre connaissance de cette peinture, et de voir si elle reproduit les singularités qui, dans le zodiaque sculpté, ont depuis longtemps attiré l'attention des savants.

M. **Arago** présente, au nom de M. *Bizet*, une gravure offrant la *coupe du puits foré de l'abattoir de Grenelle*. Cette coupe fait connaître la nature et la puissance des couches traversées. Afin de donner une idée de l'immensité du travail, l'auteur a placé, comme termes de comparaison, auprès de la figure qui représente la section du puits, plusieurs des bâtiments les plus élevés de l'Europe dessinés sur une même échelle.

M. **Archbald** écrit qu'il a imaginé pour le *raffinage des sucres* un procédé qui est appliqué en grand dans la fabrique de M. Onfroy, à Paris, où il a donné des résultats très avantageux. Il annonce qu'à l'aide de ce procédé on trouverait une grande économie à envoyer en France les produits de la canne à sucre sans les convertir en cassonnade, et après leur avoir fait subir seulement une préparation fort simple qui n'en pourrait détériorer aucune partie. L'Académie ne pourra s'occuper du procédé de M. Archbald avant de s'être assurée qu'il ne compte point le tenir secret, ce qui ne résulte pas clairement des termes de sa Lettre.

M. **Arago** annonce que M. *Gay*, naturaliste du Muséum, est de retour en France, et se propose de publier, d'après les observations nombreuses qu'il a faites durant un long séjour au Chili, une histoire physique et politique de ce pays.

Dans cet ouvrage, qui doit paraître en français et en espagnol, l'auteur ne s'occupera pas exclusivement du Chili, et il y consignera également, du moins dans l'édition française, les résultats des observations qu'il a faites dans quelques-unes des provinces limitrophes. M. Gay est du petit nombre des voyageurs européens qui ont visité Cusco, et il se propose de faire connaître les vestiges qui attestent l'ancienne splendeur de cette ville avant l'arrivée des Espagnols. D'autres ruines beaucoup plus intéressantes encore sont celles de Hollaytaytambo, ruines tout à fait inconnues en Europe, et dont Garcilasso même n'a pas fait mention.

L'histoire physique et politique du Chili se composera d'une vingtaine de volumes, que l'auteur espère pouvoir faire paraître dans l'espace de quatre ans environ, en profitant, pour la partie des Sciences naturelles, de la collaboration de quelques savants européens. L'ouvrage sera divisé de la manière suivante :

Flore chilienne, comprenant la description de presque toutes les plantes qui croissent naturellement au Chili, au nombre de trois ou quatre mille environ.

Faune chilienne. Le nombre de Mammifères, de Reptiles et de Mollusques décrits dans cette section sera peu considérable; les insectes, au contraire, y seront assez nombreux, et offriront aux naturalistes, non-seulement beaucoup d'espèces nouvelles, mais aussi plusieurs genres nouveaux.

Minéralogie et *Géologie*. Cette partie comprendra la description géologique de toute la partie du pays comprise entre les provinces de Chiloe et de Coquimbo. L'auteur a formé une collection considérable de roches et de minéraux, qu'il a rapportée avec lui en Europe.

Physique terrestre et *Minéralogie*. On trouvera dans cette partie non-seulement les résultats des observations relatives à la température et à la pression atmosphériques, mais encore des observations de magnétisme poursuivies sans interruption pendant cinq années, et relatives à la déclinaison, à l'inclinaison, à l'intensité, à la variation diurne.

Statistique. L'auteur a eu à sa disposition, pour cette partie de son travail, la libre communication de tous les documents contenus dans les archives du pays.

La *Géographie* et l'*Histoire* composeront deux autres sections. Une dernière, enfin, sera exclusivement consacrée à faire connaître les mœurs et les usages des *Araucaniens*, peuples célèbres, et pourtant encore très-mal connus, parmi lesquels M. Gay a pu faire un assez long séjour.

L'ouvrage sera accompagné d'un atlas d'Histoire naturelle et de Géographie, qui formera trois à quatre volumes in-4°.

« Cette publication, dit M. Arago, est impatiemment attendue au Chili, et, malgré le prix assez élevé de l'ouvrage, un grand nombre de souscriptions ont été réunies en peu de temps; le Gouvernement a joint ses encouragements à ceux des particuliers, en faisant à l'auteur, au moment de son départ, un don de 30000 francs, destinés à aider aux premiers frais de l'entreprise, et il y a joint la promesse d'une pension quand l'ouvrage serait achevé. »

M. **Passot** prie l'Académie d'intervenir près de la Commission qui a fait le Rapport sur son *appareil à force centrifuge*, à l'effet d'obtenir que cette Commission, qui a, dit-il, reconnu implicitement qu'il y avait des faits nouveaux dans les expériences dont elle a été témoin, veuille bien déclarer explicitement quels sont ces faits nouveaux.

M. **Coulier** écrit pour demander l'autorisation de présenter de nouveau quelques Notes concernant la *télégraphie*, Notes qu'il avait retirées avant qu'elles eussent été l'objet d'un Rapport, parce qu'il supposait que l'Académie avait renoncé à s'occuper de cette question.

M. **Caussé** adresse quelques détails sur la découverte qui a été faite vers l'année 1838 d'une *défense fossile d'éléphant*, dans la commune de Rivière, arrondissement de Gaillac (Tarn).

M. **Marette**, missionnaire au Tonquin, demande à reprendre une Note sur le *vernis* ou *laque de la Chine*, Note qui avait été adressée pendant son absence à l'Académie, et sur laquelle il n'a pas encore été fait de Rapport.

La séance est levée à cinq heures et demie. A.

Avertissement relatif au XIII^e *volume des* Mémoires de l'Académie.

Dans un certain nombre d'exemplaires du tome XIII des *Mémoires de l'Académie*, on a oublié au brochage quatre tableaux relatifs au Mémoire de M. Biot sur les modifications que la fécule et la gomme éprouvent sous l'influence des acides et un autre relatif au Mémoire du même académicien sur l'année égyptienne.

MM. les membres de l'Académie qui s'apercevraient que ces tableaux manquent dans leur volume XIII pourront l'échanger au secrétariat contre un volume complet.

ERRATUM. (Séance du 17 octobre 1842.)

Page 777, avant-dernière ligne, *au lieu de* 30 octobre, *lisez* 3 octobre.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 16; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; 3e série; tome VI; septembre 1842; in-8°.

Annales des Sciences naturelles; septembre 1842; in-8°.

Choix de Plantes nouvelles ou peu connues de l'Asie occidentale; par M. le comte JAUBERT et M. ED. SPACH; 3e et 4e livr.; in-4°.

Caisse immobilière basée sur un nouveau Système de Crédit foncier et de mobilisation du Contrat hypothécaire; par M. NAMOT; Bayeux, 1842; in-4°.

Un Million de Faits, Aide-Mémoire universel des Sciences, des Arts et des Lettres; par MM. J. AICARD, DESPORTES, P. GERVAIS, LÉON LALANNE, LUDOVIC LALANNE, A. LE PELEUR, CH. MARTINS, CH. VERGÉ et YOUNG; 1842; in-12.

Théorie de la Vis d'Archimède; par M. TAURINES; in-8°. (Extrait des *Annales maritimes et coloniales;* septembre 1842.)

Études de Chimie philosophique; par M. MARTIN; in-8°.

Sur le Phosphore et ses combinaisons binaires, et en particulier sur les combinaisons du Phosphore avec le Soufre. (Thèse par M. DUPRÉ; in-4°.)

Constitution géologique du terrain de Paris; Puits de l'Abattoir de Grenelle; Tableau.

Constitution de l'Univers; par M. DOUSSEUR; broch. in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; septembre 1842; in-8°.

Le Mémorial, revue encyclopédique des Sciences; septembre 1842; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; n° 76, in-8°.

Histoire naturelle des Poissons d'eau douce de l'Europe centrale; par M. AGASSIZ; tome Ier; in-4°, et planches in-folio.

Nomenclator zoologicus, continens nomina systematica generum animalium tam viventium quam fossilium; auctore L. AGASSIZ; in-4°; fasciculus 2, continens Aves.

Notes on the... *Notes sur la naissance d'une girafe au Jardin de la Société zoologique de Londres; description des membranes fœtales et de quelques faits anatomiques ou pathologiques observés dans la dissection du jeune animal; par* M. R. OWEN. (Extrait des *Transactions de la Société zoologique de Londres.*) In-4°.

Notice of a... *Note sur un fragment de fémur d'un oiseau gigantesque de la Nouvelle-Zélande; par* le même. (Extrait du même ouvrage.) In-4°.

The Edinburgh... *Journal philosophique d'Édimbourg; par* M. JAMESON; juillet à octobre 1842; in-8°.

Quarterly... *Tableau trimestriel de la mortalité dans* 114 *des principaux districts d'Angleterre et de la principauté de Galles (comprenant presque toutes les grandes villes de ces deux pays)*; n^{os} 1 et 2; premier et second trimestres de 1842.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Berlin, pour l'année* 1840; Berlin, 1842; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 458; in-4°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 43.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n^{os} 124 à 126.

L'Expérience; n° 277.

L'Écho du Monde savant; n^{os} 30 et 31; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 OCTOBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Note sur les principales différences qui existent entre les ondes lumineuses et les ondes sonores; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Si la même analyse s'applique à la théorie des ondes sonores et à la théorie des ondes lumineuses, cela tient à ce que les unes et les autres peuvent être considérées comme produites par des mouvements vibratoires infiniment petits, qui se propagent à travers des systèmes de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle. Ces systèmes de molécules sont, dans la théorie du son, les corps solides, ou liquides, ou gazeux; et dans la théorie de la lumière, le fluide lumineux souvent désigné sous le nom d'*éther*. Dans l'une et l'autre théorie, un mouvement infiniment petit quelconque peut toujours être censé résulter de la superposition d'un nombre fini ou infini de mouvements simples, c'est-à-dire de mouvements périodiques et propagés par des ondes planes. Dans l'une et l'autre théorie, la superposition de deux mouvements simples peut ou rendre les phénomènes plus sensibles, ou les faire

disparaître soit en partie, soit même en totalité, suivant que les impressions reçues par l'œil ou par l'oreille, en vertu des deux mouvements dont il s'agit, s'ajoutent ou se neutralisent réciproquement. Dans l'une et l'autre théorie, un mouvement simple, en partie intercepté par une surface plane, et transmis d'un milieu dans un autre à travers une portion de cette surface, donne naissance à des phénomènes dignes de l'attention des physiciens. Dans les séances précédentes, j'ai particulièrement étudié ces phénomènes; et, par les résultats auxquels je suis parvenu, on a pu juger des avantages que présente l'application de l'analyse aux questions de physique mathématique. Car non-seulement le calcul m'a fait connaître l'existence de phénomènes nouveaux, tels que la diffraction du son, qui n'avait été annoncée, si je ne me trompe, dans aucun ouvrage antérieur à mon Mémoire, et qu'aujourd'hui même constatent seulement des observations inédites communiquées par M. Young à M. Arago; mais, de plus, l'analyse mathématique m'a donné les lois des nouveaux phénomènes comme des phénomènes déjà connus, et en particulier cette loi remarquable que, dans la diffraction des ondes sonores ou lumineuses provenant d'une source située à une très-grande distance de l'observateur, les paramètres des diverses paraboles, correspondantes aux plus grandes et aux moindres intensités du son ou de la lumière, forment une progression arithmétique dont la raison est la longueur d'une ondulation sonore ou lumineuse. L'accord des lois que j'ai trouvées par le calcul avec les expériences déjà faites me donne tout lieu d'espérer que ces lois s'accorderont pareillement avec les expériences que l'on n'a point encore tentées, et qui paraissent néanmoins dignes d'intérêt.

» J'ai dit en quoi la théorie du son ressemblait à la théorie de la lumière. Parlons maintenant de la différence qui existe entre les ondes sonores et les ondes lumineuses. J'ai déjà remarqué, dans l'avant-dernière séance, que, si d'une part un rayon lumineux, transmis d'un milieu dans un autre à travers une ouverture pratiquée dans un écran, se transforme en un filet de lumière; si, d'autre part, les ondes sonores semblent s'épanouir derrière une cloison dans laquelle se trouve une fente qui leur livre passage; il suffit, pour expliquer ce contraste, de songer que l'épaisseur moyenne des ondes lumineuses se réduit à environ un demi-millième de millimètre, tandis que l'épaisseur des ondes sonores peut s'élever à plusieurs mètres. Mais ce n'est pas seulement par la longueur d'ondulation que les ondes sonores se distinguent des ondes lumineuses. Le caractère le plus saillant qui distingue les unes des autres me paraît être la

nature même du phénomène qui devient sensible aux yeux ou à l'oreille de l'observateur. Ce phénomène me paraît être, dans la théorie de la lumière, les vibrations transversales du fluide éthéré, c'est-à-dire les vibrations exécutées par les molécules d'éther perpendiculairement aux directions des rayons lumineux, et dans la théorie du son, la condensation ou la dilatation produite en chaque point par les vibrations de l'air ou du fluide élastique dans lequel l'observateur est placé. Cela posé, si deux mouvements simples, par exemple un mouvement incident et un mouvement réfléchi, se propagent en sens contraire dans le même milieu, chacun de ces deux mouvements, dans la théorie de la lumière, pourra être séparément perçu par l'œil; et l'observateur apercevra seulement ou le rayon incident ou le rayon réfléchi, suivant qu'il se tournera dans un sens ou dans un autre. Au contraire, dans la théorie du son, l'oreille sera sensible à la condensation ou à la dilatation résultante de la superposition (*) des deux mouvements dont il s'agit; et, comme ces deux mouvements pourront se neutraliser constamment en certains points de l'espace, il s'ensuit que, dans la théorie du son, les ondes sonores pourront, comme le prouve l'expérience, offrir ce qu'on nomme des *nœuds fixes,* bien différents des nœuds que présente un rayon simple de lumière, et qui sont toujours des nœuds mobiles. C'est aux nœuds fixes dont je viens de parler que me paraissent se rapporter les expériences exécutées par M. Savart dans le grand amphithéâtre du Collége de France, et citées par M. Coriolis. En observant les phénomènes produits par la réflexion du son, M. N. Savart a retrouvé des nœuds de la même espèce, qu'il a considérés, avec raison, comme résultants de l'interférence des ondes incidentes et des ondes réfléchies. Il y a plus, la superposition de plusieurs systèmes d'ondes sonores, en affaiblissant ou réduisant même à zéro l'intensité du son dans certains points de l'espace, l'augmente nécessairement en d'autres points, d'autant plus que le nombre des systèmes d'ondes superposés est plus considérable; et c'est ainsi que le son se trouve renforcé par la présence d'un ou de plusieurs obstacles, dont les surfaces extérieures peuvent le réfléchir. Enfin il est important d'observer que, dans la théorie du son telle que nous ve-

(*) Quelques auteurs s'étaient déjà occupés des variations que peut produire, dans l'intensité du son, la superposition des ondes sonores. (Voir particulièrement à ce sujet les Mémoires de M. Poisson et de M. de Humboldt insérés dans les tomes VII et XIII des *Annales de Chimie et de Physique,* 2[e] série.)

nous de l'admettre, le calcul s'accorde assez bien avec l'expérience, relativement aux places que doivent occuper les nœuds fixes produits par l'interférence des ondes incidentes et réfléchies. Ces nœuds, comme l'a reconnu M. N. Savart, se trouvent situés à égales distances les uns des autres, la distance du premier nœud à la surface réfléchissante étant à peu près la moitié de la distance entre deux nœuds consécutifs.

» En terminant cette Note, j'observerai que, dans mes précédents Mémoires, j'ai donné seulement les valeurs approchées des intégrales définies qui se présentent dans le problème de la diffraction. A la vérité, ces valeurs approchées suffisent dans la pratique; mais, sous le rapport du calcul, il est intéressant d'examiner à quoi se réduisent les parties négligées de ces intégrales. C'est ce que je montrerai dans un autre Mémoire que j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une comète.*

M. **Arago** annonce qu'une comète a été découverte par M. **Laugier**, le 28 octobre, entre 7 heures et 7 heures 15 minutes du soir. Elle se trouvait alors dans la constellation du Dragon, près de l'étoile A. Sa lumière était très-faible; on ne remarquait aucune trace de queue. Voici les positions obtenues par M. Laugier et ses collaborateurs :

Le 28 octobre à $10^h0^m38^s$, temps moyen de Paris compté de midi.	Æ $= 16^h40^m15^s,0$ ou $250°3'45''$. D $= +69°44'21''$
Le 30 octobre à $7^h27^m31^s$ temps moyen de Paris compté de midi.	Æ $= 17^h1^m11^s,76$ ou $255°17'56''$. D $= +65°43'59''$

Le 30, l'intensité de la lumière du nouvel astre avait augmenté. A partir du noyau et dans la direction opposée au Soleil, il y avait un prolongement lumineux assez sensible, une première apparence de queue.

M. Arago a trouvé dans les circonstances de la découverte de la nouvelle comète, la preuve que par un ciel serein aucun de ces astres, même parmi les plus faibles, n'échappera désormais aux recherches des astronomes. En effet, M. Victor Mauvais, ne sachant encore rien de l'observation antérieure de M. Laugier, découvrit de son côté la comète à 10^h30^m.

M. le **Président** annonce que le tome XIV des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. A. BRAVAIS *relatif aux lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark.*

(Commissaires, MM. Biot, Liouville, Élie de Beaumont rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Biot, Liouville et moi, de lui faire un Rapport sur un Mémoire qui lui a été présenté par M. A. Bravais, sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark.

» M. Bravais, officier de marine, aujourd'hui professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences de Lyon, a fait partie de l'expédition scientifique envoyée dans le nord de l'Europe, et il a été du petit nombre des savants qui ont passé l'hiver à Hammerfest, non loin du 71e parallèle de latitude boréale. Il y a séjourné plus d'une année, et parmi les questions dont il s'est occupé, comme physicien et comme marin, pendant ce laps de temps, il s'en trouve une qui intéresse à un haut degré la physique terrestre et la géologie; c'est celle des variations qu'éprouve encore dans quelques parties du nord de l'Europe et qu'a éprouvé jadis sur une échelle plus étendue le niveau relatif de la terre et de la mer.

» Pour donner une idée complète du travail de l'auteur, nous demanderons à l'Académie la permission de reporter un moment son attention sur l'ensemble de la question.

» Nous diviserons donc ce Rapport en trois paragraphes, dont les deux premiers seront relatifs aux deux principales classes d'observations faites en général sur cette matière, et le troisième au travail que l'auteur a exécuté dans le Finmark. Les éléments de nos deux premiers paragraphes sont eux-mêmes tirés en partie du Mémoire de M. Bravais, ou d'extraits qu'il a bien voulu faire de divers Mémoires publiés en norvégien.

§ Ier. *Preuves de l'émersion à une époque géologique récente de parties très-étendues de la Scandinavie et des Iles britanniques.*

» Les rivages de la Scandinavie sont devenus célèbres, en géologie, par la mobilité relative des niveaux de la terre et de la mer. On sait que les côtes d'une grande partie de la Suède paraissent s'élever graduellement au-dessus du niveau de la mer Baltique, tandis que ceux de la partie

méridionale de la Scanie paraissent s'enfoncer. Dans d'autres parties, par exemple en beaucoup de points de la Norvége, les preuves des changements actuels de niveau sont plus équivoques. Mais dans presque toute la presqu'île on trouve les traces de changements anciens beaucoup plus considérables que ceux qui ont eu lieu depuis les périodes historiques.

» Un géologue bien connu, M. le professeur Keilhau, de Christiania, après avoir exécuté plusieurs voyages dans les diverses parties de la Norvége, a réuni les faits observés par lui à ceux déjà reconnus par ses devanciers, et de ce faisceau de preuves, consigné dans son Mémoire publié à Christiania en 1837, ressort avec une entière évidence le fait d'un changement de niveau; et ce n'est pas seulement une étroite portion de côte, c'est la Norvége entière, depuis le cap Lindesnœs jusqu'au cap Nord et par-delà ce dernier jusqu'à la forteresse de Vardhuus, qui a été émergée à une époque antérieure aux monuments historiques. Sur la côte S.-E. ainsi que dans la province de Trondheim, cette émersion a atteint environ 188 mètres d'amplitude, et des restes organiques ont été retrouvés jusqu'à 158 mètres d'élévation; ailleurs le mouvement paraît avoir été moins considérable.

» L'identité de ces fossiles avec les espèces actuellement vivantes le long du littoral prouve que les changements, dont le résultat final est le rapport de niveau actuel, se sont effectués pendant une période géologique très-récente, soit dans la dernière partie de la *période tertiaire,* soit même dans le commencement de la *période géologique actuelle.*

» Les dépôts marins d'origine récente, qui fournissent la preuve de ce phénomène, se trouvent dans toutes les parties de la Norvége dont le niveau ne dépasse pas celui qu'ils sont susceptibles d'atteindre; c'est-à-dire sur les côtes de la mer et surtout sur les bords abrités des golfes profonds ou *fiords* qui pénètrent au milieu des montagnes. Ces dépôts abondent dans la partie S.-E. de la Norvége. Ils consistent surtout en argile bleuâtre renfermant habituellement de l'oxyde de fer hydraté; ils ont jusqu'à 31 mètres d'épaisseur. Parfois l'argile fait effervescence avec les acides, et alors elle renferme des débris calcaires de coquilles. Ces couches molles reposent, le plus souvent, sur la roche solide habituelle : parfois des masses de sable ou de blocs sont interposées; le sable paraît quelquefois sur l'argile, mais ordinairement c'est la terre végétale qui repose immédiatement sur cette dernière. Les coquilles que l'on y rencontre ont parfois conservé leur fraîcheur et même leurs couleurs; les bivalves, même les plus délicates, s'y rencontrent avec leurs deux valves réunies. On cite un squelette de ba-

leine et des morceaux de bois que l'on aurait trouvés dans cette même argile.

» Tout ce district du S.-E. est assez peu élevé au-dessus de la mer, et la couche argileuse en recouvre une bonne partie : elle atteint jusqu'à 188 mètres de hauteur (600 pieds norvégiens) dans l'*Agerrhuus-Stift;* souvent elle s'étend jusqu'à la mer, et là elle semble se perdre sous les eaux; elle est parfois imprégnée de sel marin. M. Keilhau cite plusieurs localités à coquilles, notamment *Egethun,* où l'on en rencontre à une élévation de 126 mètres (400 pieds norvégiens).

» Dans le district plat de *Römerige,* cette même formation constitue des plaines et parfois des terrasses à pente latérale rapide. Les grandes terrasses qui sont situées autour du lac de *Oyeren* ont une hauteur de 182 mètres au-dessus de la mer (580 pieds norvégiens); mais on n'y connaît qu'une seule localité à coquilles, située près de *Skullerud.* On y trouve aussi des dépôts de sable, mais dont les plus élevés sont de formation différente et plus ancienne.

» Ce sable constitue une formation différente de l'argile; l'auteur la signale en divers lieux, sur les bords du *Glowmen,* près du *Mosse-Rae,* à *Eidsvold,* etc.

» Une troisième formation est celle des coquilles brisées, tantôt en masses irrégulières, tantôt en dépôts plus ou moins puissants. Les bancs coquillers de *Skiœldal* et de *Hellesaœn* atteignent 144 mètres d'élévation (460 pieds norvégiens); ceux qui environnent le lac *Odemark* ont environ 110 mètres de hauteur au-dessus de la mer (350 pieds norvégiens). De cette différence M. Keilhau croit pouvoir conclure que ces deux étages correspondent à deux époques distinctes séparées par une émersion intermédiaire d'une trentaine de mètres, attendu que ces bancs coquillers ne se forment pas en général à une grande profondeur. M. Keilhau cite six ou sept localités à coquilles, et rappelle l'observation de M. Brongniart, qui trouva à *Uddevalla* des coquilles à 63 mètres de hauteur (200 pieds norvégiens). A *Hellesaœn,* l'auteur a trouvé, comme notre confrère, des balanes encore adhérentes au rocher.

» M. Keilhau signale les formations argileuses comme fort étendues dans la partie sud de la Norvége, surtout dans le fond des vallées basses et ouvertes : il cite, entre autres localités, *Hadeland, Sigdal, Grorud,* où la formation atteint une élévation de 176 mètres (560 pieds norvégiens).

» Il mentionne les dépôts coquillers sur un grand nombre de points : au *Gaard-hasler,* à une hauteur de 85 mètres (270 pieds norvégiens); à

Quœrner, et *Egeberg,* où il rencontra des pierres à angles encore vifs et portant incrustées sur leurs surfaces des balanes et des serpules ; auprès de Christiania, dans un sable coquiller mélangé de blocs dont le dépôt a dû se faire avec beaucoup de lenteur, vu l'état de conservation parfaite des coquilles; à *Tyristand;* en divers points des districts de *Budskerud, Jarlsberg, Laurvig;* dans les sables de *Brevig,* où les coquilles ont été signalées dès l'origine de ces recherches par M. Muller; et vers l'extrémité sud du lac de *Nordsöe.* Dans cette dernière localité, le long de la route qui traverse le *Löveid,* M. Keilhau a retrouvé des Balanes encore fixées au roc solide, à une hauteur de 38 mètres (120 pieds norvégiens) au-dessus de la mer. Il rappelle aussi les observations de M. de Vargas, qui rencontra des marnes coquillères sur le côté nord de l'île de *Langöe,* des cérites à *Skiörsvig,* des huîtres à *Grömstadt,* etc.

» La partie des côtes de la Norvége qui s'étend du cap Lindesnœs, sa pointe méridionale, au golfe de Trondheim, est très-découpée et escarpée. Ses formes abruptes sont probablement la cause qui fait qu'on n'y observe qu'avec peu de développement l'argile coquillère. M. Keilhau la signale seulement dans la paroisse d'*Ous,* au midi de Bergen et près de l'église de *Ranaes.* En revanche, les formations consistant en sable, graviers et cailloux prédominent: ces formations y forment souvent des collines plus ou moins étendues; le manque de débris organiques (l'auteur ne signale de sable à coquilles que sur les îles de *Söndmör*) rend quelquefois douteuse leur origine marine. Ces terrains meubles remplissent souvent le fond des vallées et y forment des terrasses que l'on peut croire parfois formées dans le fond de lacs aujourd'hui détruits par les causes qui ont achevé de dessiner les bassins actuels : mais souvent ces terrasses occupent le fond de *fiords à larges entrées* et paraissent être réellement de formation sous-marine.

» Ces dépôts d'alluvions couvrent aussi une étendue notable d'un grand nombre des îles de la côte, et y forment de même de petites terrasses; sur l'île de *Gidsköe* ce dépôt se lie avec un banc sous-marin, nommé *Gaden,* qui se prolonge de cette île à celle d'*Erknöe,* et les lie l'une à l'autre sous l'eau; c'est un fait avéré que ce banc gagne journellement en hauteur par l'effet des sables et des cailloux que la mer y entasse : la nature de l'alluvion qui le compose est identique avec celle de l'alluvion qui recouvre l'île elle-même,

» Sur l'île d'*Öreland,* à l'entrée du golfe de Trondheim, Fabricius a observé des tourbes contenant des feuilles de zostère et par conséquent d'origine marine.

» La formation argileuse coquillère est très-répandue dans les vallées larges et évasées qui aboutissent au grand fiord de Trondheim. Cette partie de la Norvége est, après le district S.-E., celle où les dépôts marins s'observent aujourd'hui au niveau le plus élevé. Ils atteignent, d'après M. Keilhau, la hauteur de 157 mètres au-dessus de la mer (500 pieds norvégiens).

» Dans la partie de la Norvége située au nord du golfe de Trondheim, les dépôts de coquilles s'observent à des moindres hauteurs, mais on les rencontre fréquemment. On doit citer, sous ce rapport, les bords du *Figga-Elv*, observés par M. de Buch, ceux de l'*Ougna-Elv*, d'après Schult, *Mære*, *Fossum*, le lac de *Fiskevaag*, etc. La formation coquillère avoisine souvent les dépôts de sable. Les coquilles marines se trouvent aussi dans ce sable, comme on le voit à l'église d'*Öreland*, à *Stod*, à *Fossum* et sur les îles du district d'*Helgeland*. Enfin, les coquilles forment aussi des couches compactes uniquement composées de leurs débris, comme on le voit à *Luröe*, *Bodöe*, *Vardöe*, et auprès du lac de *Botn-Vand*. Toutes ces couches sont généralement à 6 ou 9 mètres au-dessus de la mer (20 ou 30 pieds norvégiens).

» M. Keilhau signale encore dans son Mémoire des collines alluviales dans l'île de *Senjen*, et le phénomène se manifeste jusque dans les parties les plus boréales du Finmark. A *Talvig*, M. Keilhau, et après lui M. Bravais et M. Martins, ont constaté la présence de dépôts marins argileux et sablonneux contenant, à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer, des coquilles de la mer actuelle (*Mya truncata*, *Tellina baltica*, *Cyprina islandica*), dans un état remarquable de fraîcheur et de conservation.

» Il en existe aussi près de *Starvig*, à l'extrémité occidentale de l'île de *Soröe*.

» Dans l'île de *Rolfsöe*, voisine de *Mageröe*, on remarque, d'après M. Eugène Robert, à *Rolfsöe-Hamn*, nom d'une petite baie que présente cette île, un dépôt puissant de débris de coquilles, composé en grande partie de fragments de *Cyprina islandica* et de *Nullipora*, etc. Parmi les traces du séjour de la mer qu'offrent les côtes de l'île de *Mageröe*, qui se termine au cap Nord, M. Eugène Robert cite un *jahlun* situé au-dessus du niveau actuel de la mer, et composé presque entièrement de fragments de *Nullipora* (1).

---

(1) Eugène Robert, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 30.

» Les pierres ponces roulées, que la mer a sans doute amenées, comme elle le fait encore de nos jours, de l'Islande ou de l'île de Jean Mayen, et qui, malgré leur origine ignée, peuvent être rangées ici parmi les produits marins les plus incontestables, ne sont pas rares sur ces côtes. A *Otteröe* on en rencontre beaucoup à une élévation notable au-dessus de la mer; on en trouve un champ entier à *Jupvig*, suivant M. de Vargas. Des pouzzolanes sont associées aux cailloux à *Jernbrygg* et à *Væröe;* et les fragments de lave poreuse sont très-abondants sur l'île de *Smölen.*

» M. Eugène Robert dit qu'à la base des montagnes voisines d'Hammerfest, à une faible hauteur au-dessus du niveau actuel de la mer (20 à 25 mètres), et au-dessous de la terre végétale, entre les nombreux blocs provenant de la montagne voisine, il a observé, derrière la ville même, un dépôt de scories volcaniques, noirâtres, légères, roulées (1). La Suède présente aussi, en beaucoup de points, des dépôts marins. M. Lyell en a décrit plusieurs qu'il a observés dans les environs de Stockholm. M. Eugène Robert rapporte qu'à *Sæderhamm* (côte occidentale du golfe de Bothnie), par les 61° 20′ de latitude, il a observé, à 130 mètres environ au-dessus de la Baltique, et à la surface d'une petite montagne à surface usée, un *fahlun* bleuâtre composé de débris de *Mytilus*. On y distingue aussi des valves de *Tellina baltica.* M. Eugène Robert ajoute même que toute la contrée qu'il a traversée, sur un espace de plus de 100 myriamètres (en allant d'Alten à Stockholm), lui paraît avoir été primitivement un fond de mer, lorsque les hautes montages de Scandinavie ne formaient qu'une grande île ou un vaste archipel (2), ce qui le porte à conclure avec beaucoup de vraisemblance, comme l'ont fait quelques historiens de la Suède, notamment Dalin, que la Scandinavie a été jadis une île vaste en forme de croissant, séparée originairement de la Finlande; ou bien qu'elle a formé avec cette contrée (isolée jadis de la Russie, là où existent aujourd'hui les grands lacs Onéga et Ladoga), un grand archipel hérissé de hautes montagnes (3). Dans tous les cas, on peut dire que l'ancienne immersion de la Scandinavie, jusqu'à une certaine hauteur qui approche, en certains points, de 200 mètres, et son *émersion pendant une période géologique récente*, sont des faits acquis à la science d'une manière définitive.

---

(1) Eugène Robert, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 21.
(2) Eugène Robert, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 34.
(3) Eugène Robert, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 37.

» Mais la Scandinavie n'est pas la seule partie de l'Europe boréale qui soit sortie récemment du sein des flots : le *Spitzberg* paraît être dans le même cas.

» A *Bell-Sund*, M. Eugène Robert a reconnu, à 39 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, des traces évidentes de son séjour récent, attesté par des dépôts de coquilles fossiles analogues à celles qui vivent encore dans les eaux mêmes du *Bell-Sund*. Ces dépôts se présentent sur divers points de la côte, tantôt sur les anagénites, tantôt sur le terrain houiller. Les coquilles, qui appartiennent généralement aux genres *Mya* et *Saxicava*, gisent dans un sable argileux grisâtre. Lorsque les coquilles, ainsi que le dépôt argilo-sablonneux qui les renferme, viennent à manquer, on trouve à leur place, dans la même localité, des cailloux roulés analogues à ceux que la mer façonne actuellement au pied de la même falaise (1).

» Enfin les Iles Britanniques présentent aussi, en différents points de leur surface, des traces du séjour récent de la mer. D'après M. Prestwich, l'argile noirâtre qui, dans le comté de *Banff*, en Écosse, recouvre le vieux grès rouge, et qu'il avait rapportée précédemment au lias, est au contraire d'une époque fort récente, puisque les fossiles *roulés* du lias y sont associés à des coquilles vivant actuellement dans la mer voisine (*Astarte scotica*, *Tellina tenuis*, *Buccinum undatum*, etc.) (2).

» Des dépôts de coquilles récents ont été cités en plusieurs autres points des côtes de l'Écosse; mais des faits plus remarquables encore, en ce genre, ont été découverts sur les côtes de la mer d'Irlande, dans le Lancashire, le Cheshire et le pays de Galles : ce sont des dépôts de gravier coquiller situés à diverses hauteurs au-dessus de la mer. M. Gilbertson a le premier attiré l'attention sur cet ordre de faits, dont l'exemple le plus remarquable aujourd'hui connu a été observé dans la partie N.-O. du pays de Galles, non loin du canal de Menay.

» M. Trimmer a trouvé des coquilles marines mêlées avec des galets de granite du Cumberland et des silex de la craie du nord de l'Irlande, sur le *Moel-Tryfane*, près de Carnarvon, à 424 mètres (1392 pieds anglais) au-dessus du niveau de la mer, et sur le *Moel-Faban*, près de Bethesda, dans la vallée de l'Ogwyn, à plus de 305 mètres (1000 pieds anglais). On trouve des blocs erratiques provenant de régions éloignées et des fragments

---

(1) Eugène Robert, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 26.

(2) Prestwich, *Bulletin de la Société Géologique de France*, t. IX, p. 97.

de coquilles marines au milieu de vastes masses d'argile et de gravier accumulées tumultueusement, et quelquefois un peu stratifiées, le long de la base N.-O. des montagnes de la chaîne du Snowdon. Les mêmes espèces de coquilles et de cailloux roulés (granite et silex) ont été trouvées dans le diluvium le long des côtes du Carnarvonshire, du Denbighshire et du Flintshire, et dans les plaines du Cheshire, du Staffordshire et du Shropshire (1). Ainsi ce n'est pas seulement la Scandinavie, c'est toute la bordure montueuse des mers du N.-O. de l'Europe, depuis la Laponie russe et le Spitzberg jusqu'au midi de la Grande-Bretagne, qui sont sorties récemment du sein des eaux, et dans les montagnes du pays de Galles l'émersion a même été *plus que double* de ce qu'elle a été dans aucun point de la Scandinavie.

» Cette *inégalité dans la quantité de l'émersion,* même dans des points quelquefois assez voisins les uns des autres, est sans doute une des circonstances les plus curieuses du phénomène, et l'Académie verra bientôt combien le travail de M. Bravais contribue à en faire ressortir l'importance.

» On pourrait dire, sans doute, que les dépôts marins qui viennent d'être mentionnés prouvent seulement que les localités où on les observe ont été couvertes par les eaux de la mer, mais qu'ils laissent indéterminée la hauteur à laquelle la mer s'y élevait, et fournissent seulement à cet égard une limite inférieure.

» Cependant, en y regardant de plus près, on voit que l'indétermination n'est pas aussi grande à cet égard qu'elle le paraît au premier abord. En effet, les observations journalières prouvent que des dépôts de la nature de plusieurs de ceux dont nous avons cité les descriptions ne se forment aujourd'hui qu'à d'assez petites profondeurs. Ces dépôts renferment souvent des coquilles qui ont été enfouies dans le lieu même où elles ont vécu, et dont les congénères ne vivent que dans des eaux peu profondes. Ceci nous conduit d'ailleurs à parler d'une seconde classe de faits qui forme un partie essentielle du grand phénomène qui nous occupe.

» Cette mer, dont les dépôts encombrent les parties basses des contrées montagneuses du N.-O. de l'Europe, a laissé sur certaines côtes d'autres traces sinon plus incontestables, du moins plus précises, de son contact, et il n'est pas rare que l'on puisse retrouver l'ancien littoral, à une certaine distance du littoral actuel, et le discerner à des signes que nous aurons bientôt l'occasion de faire connaître.

---

(1) Buckland, *Athæneum*, n° 741, p. 43.

§ II. *Traces des niveaux auxquels les montagnes des Iles Britanniques et de la Scandinavie ont été battues par la mer.*

» Indépendamment des traces du séjour qu'elle a fait à une époque géologique récente sur certaines parties de la Scandinavie et des Iles Britanniques, la mer y a encore laissé des marques des niveaux successifs, de moins en moins éloignés du niveau actuel, auxquels elle a baigné les bases des montagnes de ces contrées, soit à l'époque du *maximum d'immersion*, soit en différents temps, pendant la *période de l'émersion.*

» Ces traces sont des *lignes d'érosion* analogues à celles qui marquent la *ligne actuelle de flot*, ou des *terrasses* semblables à celles qui donnent naissance à un grand nombre de plages par l'entassement des matières que la mer agite sur ses bords.

» Ces lignes d'érosion ou de terrasses ont été signalées depuis longtemps, tant dans la Scandinavie que dans les Iles Britanniques.

» Dès l'année 1758, Borlase a signalé le rivage élevé à *Pornavon-Cove*, au S.-E. du cap Cornwall.

» Les gros cailloux de $0^{m},48$ à $0^{m},16$ de diamètre, dit-il, qui se trouvent maintenant dans la falaise, sont de la même forme et texture que ceux qui sont répandus sur le sable à son pied et qui étant poussés en avant et en arrière par l'agitation de la mer doivent très-probablement leur forme aux mouvements qu'ils ont éprouvés (1).

» En 1828, M. Carne signala l'existence de blocs et de cailloux roulés plus petits, mêlés quelquefois, quoique rarement, avec du sable, en diverses localités, le long des falaises du Cornouailles occidental; il énuméra *vingt-un endroits*, depuis *Pendean-Cove* jusqu'à *Mouse-Hole*, où l'on en observe des dépôts au-dessus du niveau des plus hautes marées (2).

» En 1832, M. Fox indiqua la couche horizontale de cailloux arrondis de quartz, de gravier et de sable, semblables à ceux de la côte actuelle, qui s'étend sur une distance d'environ 4 milles (6 kilomètres) entre *Falmouth* et la rivière de *Helford*, interrompue seulement dans les points où la côte est formée par une falaise de roches solides (3).

---

(1) Borlase, *Natural History of Cornwall*, p. 76, cité par M. de la Bèche, *Report on the Geology of Cornwall, Devon and west Somerset*, p. 423.

(2) *Trans. geol. Society of Cornwall*, vol. III, p. 229 à 238, cité par M. de la Bèche, *Report*, p. 423.

(3) M. de la Bèche, *Report*, p. 424.

» En 1832, M. de la Bêche a décrit le rivage élevé du *Hoe,* près de Plymouth, déjà indiqué en 1817 par le rév. R. Hennah (1). Il a aussi indiqué un rivage élevé qui s'observe près de Redding-point, dans le *Plymouth-sound,* et des rivages semblables qui se présentent çà et là entre le Plymouth-sound et Tor-bay (2).

» En 1835, M. Austen découvrit et décrivit le rivage élevé près de *Hopes-nose,* et sur le *Tatcher-rock,* à Tor-bay; et en 1836, M. le professeur Sedgwick et M. Murchison décrivirent le rivage élevé sur la côte entre *Braunton-burrows* et *Baggy-point,* dans le nord du Devonshire, relativement auquel le R. Dr Williams a donné quelques détails additionnels en 1837 (3).

» Dans le Cornouailles et le Devonshire, ces anciens rivages s'observent à des hauteurs variables, mais toujours peu considérables, au-dessus des plages actuelles.

» Des rivages abandonnés par la mer ont aussi été signalés en divers points et à diverses hauteurs sur les rivages de l'Écosse et des îles qui bordent ses côtes occidentales. Le capitaine Vetch a décrit d'anciennes lignes de rivage et des cavernes creusées par les flots, le long d'une ligne générale d'érosion, dans les roches de quartz des îles de *Jura* et d'*Isla,* à une hauteur assez considérable au-dessus du niveau actuel de la mer (4), et dernièrement M. J. Prestwich a signalé plusieurs plages soulevées de 3 à 4 mètres

---

(1) *Geological Transactions,* 1re série, vol. IV, p. 410.

(2) De la Bêche, *Geological Manual.*

(3) De la Bêche, *Report,* p. 424.

(4) « Examinées de près, ces bandes blanches se trouvèrent formées de blocs de quartz » reposant sur six ou sept terrasses, dont la dernière était de niveau avec les hautes » marées et la supérieure plus élevée d'environ 12 mètres. La largeur totale de la zone » occupée par ces terrasses varie suivant la disposition du terrain ; là où la pente est » rapide, elle n'est que d'environ 100 yards (90m); là où la pente est douce, » comme sur la rive septentrionale du *Loch-Tarbert,* elle s'étend jusqu'à trois quarts de » mille (1207m) du rivage.

» Leur étendue, autant que je pus les suivre, tant sur les rivages du *Loch-Tarbert* » qu'au nord et au sud de son entrée, peut être de 8 ou 9 milles (13 à 14 kilom.). Le » sol de ces terrasses est formé en général par la roche nue (quartzite); mais le long du » canal qui sépare *Jura* d'*Isla,* en s'avançant vers le nord jusqu'à l'entrée du *Loch-Tarbert,* il consiste en une couche épaisse d'*alluvium* composé d'argile avec un peu de sable et des cailloux anguleux de quartz. Cette couche, lorsqu'elle atteint le bord de la » mer, est souvent minée par les vagues, et la continuité des terrasses se trouve par » suite interrompue. De semblables interruptions sont quelquefois produites par les

au-dessus des plus hautes marées, sur les côtes du comté de Banff, en Écosse (1).

» Mais parmi les lignes de niveau tracées anciennement par les eaux sur les surfaces des roches de l'Écosse, les plus célèbres sont celles du *Glen-roy*,

---

» torrents qui descendent des montagnes, et quoique la végétation soit ici très-pauvre, » elle suffit aussi pour rendre la continuité des terrasses indistincte en certains en- » droits. Sur la surface des terrasses situées, comme je l'ai dit, quelquefois sur la roche » de quartz nue, quelquefois sur l'alluvion, on trouve une levée de galets (*beach*) for- » mée de morceaux de quartz blanc, arrondis, lisses et de la grosseur d'une noix de » coco. Ces galets sont communs à toutes les terrasses et identiques dans leur appa- » rence avec ceux qui forment aujourd'hui sur ce côté de l'île la plage de l'océan At- » lantique.

» La largeur de ces terrasses et l'horizontalité de leur surface exclut l'idée qu'elles » auraient été formées par une inondation soudaine et violente, ou par aucune autre » action que celles de marées et de vagues semblables à celles qui agissent de nos » jours. On est confirmé dans la pensée que telle a été leur origine par l'existence d'une » série de *cavernes* qu'on observe à un même niveau le long d'une falaise intérieure, si- » tuée sur le côté nord du *Loch-Tarbert*, à quelques centaines d'yards (quelques cen- » taines de mètres) du rivage et à une hauteur considérable au-dessus de la mer. Toutes » les autres cavernes que j'ai vues dans les quarzites des îles d'*Isla*, de *Jura* et de *Fair* » sont situées sur le rivage et ont été ou paraissent avoir été produites par l'action des » vagues sur les falaises. Celles qui sont disposées de la même manière doivent être at- » tribuées à une cause semblable (*). »

Les cavernes dont parle ici le capitaine Vetch rappellent naturellement les grottes de *Morgat*, et une foule d'autres creusées et envahies journellement par la mer dans les quarzites de la presqu'île de Crozon (département du Finistère.)

Le Mémoire du capitaine Vetch a été imprimé dans les *Transactions géologiques*, immédiatement après la relation du *Soulèvement de la côte du Chili*, par M^me^ Maria Graham; il se termine par les réflexions suivantes: « Si ces terrasses qui se présentent main- » tenant à différentes hauteurs au-dessus du niveau de l'Océan ont été chacune à son » tour de niveau avec lui, nous ne pouvons rendre compte de leur position actuelle » qu'en admettant différents abaissements successifs de la mer, ou autant d'élévations » successives de la terre; mais les effets des abaissements se seraient fait sentir sur tout » le globe; par conséquent l'étendue très-limitée dans laquelle ces phénomènes peu- » vent être poursuivis nous fait pencher naturellement pour l'adoption de la seconde » hypothèse. »

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, vol. IX, p. 97.

(*) Account of some terraces, or ancient beaches, in the Isle of Jura; by captain *Vetch*, royal Engineers, M. G. S. (*Transactions of the geological Society of London*, second series, t. I, p. 416.)

du *Glen-gluoy* et du *Glen-spean,* petites vallées contiguës situées dans le district du *Lochaber,* près de la grande vallée du canal calédonien. Ce sont des terrasses étroites analogues, par leur aspect, à des routes qu'on aurait tracées horizontalement à travers les pentes des montagnes. Les habitants, frappés de temps immémorial de leur imposante régularité, leur ont attribué une origine surnaturelle et les ont appelées routes de Fingal (*Fingalian roads*) ; aujourd'hui on se borne à les appeler routes parallèles (*parallel roads*). Le mystère de leur origine a piqué la curiosité d'un grand nombre de géologues. Trois d'entre eux, le professeur Mac-Culloch, sir Lauder-Dick et M. Darwin en ont fait l'objet de Mémoires aussi intéressants que détaillés (1).

» Ces terrasses embrassent dans leur ensemble un district montagneux de 14 milles anglais (22 ou 23 kilomètres) de longueur. Elles sont nombreuses; mais il n'y en a que quatre qui soient bien clairement marquées sur une étendue un peu considérable. La plus inférieure des quatre est, d'après M. Mac-Culloch, à 296^{m},2 (972 pieds anglais) au-dessus de la mer, la suivante à 64^{m},61 plus haut (212 pieds anglais), ou à 360^{m},81 au-dessus de la mer, et la troisième à 24^{m},99 (82 pieds anglais) au-dessus de la seconde, ou à 385^{m},80 au-dessus de la mer. La quatrième se montre seulement dans le *Glen-Gluoy;* elle est de 3^{m},66 (12 pieds anglais) plus élevée que la troisième, c'est-à-dire à 389^{m},46 au-dessus du niveau de la mer.

» M. Darwin soupçonne toutes ces mesures d'être trop fortes d'une trentaine de mètres, ce qui les réduirait à 266, 331, 355 et 359 mètres environ.

» Sir Lauder-Dick a fait niveler les terrasses (*Schelves*) par un ingénieur civil écossais, M. Mac-Lean, et il dit qu'il n'est pas resté le moindre doute dans leur esprit sur l'exacte horizontalité que conserve chaque terrasse dans tout son cours. Il ajoute que la portion de l'une des terrasses qui pouvait s'observer sur l'un des côtés d'une vallée était bien décidément au même

---

(1) Mac-Culloch, *on the parallel roads of Glen-Roy;*
Transactions of the geological Society of London; t. IV, p. 314 (1817).
On the parallel roads of Lochaber, by Th. Lauder-Dick, *Transactions of the royal Society of Edinburgh;* t. IX. (Lu le 2 mars 1818.)
C. Darwin, *Observations on the parallel roads of Glen-Roy, and of other parts of Lochaber, in Scotland, with an attempt to prove that they are of marine origine.*
Phil. Trans. part the first, 1839.

niveau que la portion de la même terrasse située en face, de l'autre côté de la vallée. M. Darwin dit aussi (page 39) que ces terrasses s'étendent en lignes absolument horizontales, sur les flancs gazonnés, fortement inclinés, des montagnes, qui sont couvertes par un manteau, d'une épaisseur plus qu'ordinaire, d'*alluvium* légèrement argileux. Elles consistent en plates-formes étroites, qui cependant ne sont jamais complétement horizontales transversalement, comme le seraient des terrasses artificielles, mais penchent légèrement vers la vallée avec une largeur moyenne de 18 mètres. Cette dernière disposition correspond parfaitement à celle d'une plage; aussi les savants dont j'ai cité les noms s'accordent-ils à y voir des plages abandonnées; seulement, les deux premiers y voient les plages d'un ancien lac dont le niveau aurait baissé par degrés successifs, tandis que M. Darwin s'attache à montrer qu'il est beaucoup plus probable que ce sont d'anciennes plages maritimes.

» Les eaux marines qui, comme nous l'avons vu, ont noyé à une époque récente les bases des montagnes de la Scandinavie, de même que celles des montagnes du pays de Galles et de l'Écosse, y ont aussi laissé des traces des niveaux auxquels elles les ont battues. Ces lignes, qui ont attiré l'attention de plusieurs savants, parmi lesquels ont doit surtout citer M. le professeur Keilhau, sont entaillées sur les pentes meubles, et même parfois sur la roche vive, ou marquées par des terrasses.

» Nous avons déjà fait remarquer ci-dessus que les dépôts marins signalés en divers points de la Scandinavie, en prouvant que cette terre a été baignée par la mer à une époque récente, donnent seulement un minimum pour la hauteur jusqu'à laquelle elle était immergée au moment où le dépôt s'opérait; mais que le maximum se trouve lui-même resserré, par la seule observation de ces dépôts, dans des limites assez étroites, attendu qu'il ne s'en forme d'analogues aujourd'hui qu'à de faibles profondeurs. Quelquefois même cette limite se trouve fixée de cette manière à quelques mètres près. Ainsi, lorsque M. Brongniart a trouvé des balanes adhérentes au gneiss d'*Uddevalla*, à 63 mètres au-dessus de la mer, il a constaté par cela seul qu'à l'époque où ces balanes ont vécu, le niveau de la mer se trouvait, à *Uddevalla*, à bien peu près à cette même hauteur de 63 mètres au-dessus du niveau actuel. Plusieurs observations de M. Keilhau, rapportées ci-dessus, conduisent à un résultat analogue.

» M. Eugène Robert a constaté de son côté, près de *Christiania*, la présence de la *Saxicana rugosa* dans un calcaire de transition noirâtre que ces mollusques ont percé à 130 mètres environ de hauteur au-dessus du

niveau actuel de la mer (1). Comme les saxicanes ne fixent jamais leur séjour qu'à une petite profondeur, il est encore évident qu'à une certaine époque de la dernière période géologique, la mer a battu la base des montagnes des environs de Christiania à une hauteur qui ne différait pas de son niveau actuel de beaucoup plus de 130 mètres.

» Sur la côte occidentale de la Norvége, du cap Lindesnaes à Trondheim, on trouve en certains lieux l'ancien rivage de la mer marqué sur les flancs des collines meubles et des grandes terrasses alluviales, qui sont elles-mêmes les preuves de son séjour précédent à un niveau plus élevé. L'ancien rivage se dessine sur les pentes des grandes terrasses comme un ruban plus ou moins large. On aperçoit des lignes de ce genre à *Varhoug*, à *Askevold*, à *Frösöe*, à *Stavegaard*, etc. Ainsi, dans le *Nord ostre-fiord* (lat. 60°35′), il existe une ligne d'ancien niveau à laquelle la mesure barométrique de MM. Keilhau et Boeck assigne la hauteur de 138 pieds norvégiens (43^m,3). Un peu au nord de l'église d'*Askevold*, M. Keilhau signale sur les deux bords du sund qui sépare *Atleöe* de la terre ferme (lat. 61°24′) une ligne située à un peu plus de 16 mètres (50 pieds) de hauteur; sur la côte orientale de *F°rsöe*, en dedans du *Bremanger-land* (lat. 61°50′), une ligne estimée à 16 mètres (50 pieds), un peu au nord de *Drags-Eid*, entre *Stavegaard* et *Beiret-gaard* (lat. 62°10′), une ligne ayant environ 6 mètres (20 pieds) d'élévation.

» Sur la colline alluviale de *Jernbrygg*, l'une des plus remarquables de cette côte, formée de cailloux, et ayant environ 500 mètres de long et 9 mètres de hauteur, on retrouve, à 6 mètres (20 pieds) au-dessus de la mer, la berge d'un ancien rivage.

» Au sud de Trondheim, à *Bardstavig*, dans l'ouest de l'entrée du *Jörgen-fiord*, par 62°20′ de lat., M. Keilhau signale deux anciennes lignes, l'une au-dessus de l'autre, dont la supérieure est, d'après son estimation, à environ 200 mètres (6 à 700 pieds), et l'inférieure à 31 mètres (100 pieds) au-dessus de l'Océan. « Nous cinglions vis-à-vis, dit-il, à une heure » de la journée où les effets d'ombre et de lumière les dessinaient avec » la plus grande vigueur; elles nous parurent parfaitement horizontales » et *comme tirées au cordeau.* »

» Dans la partie septentrionale interne du grand fiord de Trondheim, près de *Fossum* (64°5′ lat.), M. Laing signale, à sept milles anglais, dans

(1) Eugène Robert, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 18.

l'intérieur des terres, une plage ancienne (*Sea beach*) située à $18^m,3$ (60 pieds anglais) environ au-dessus de la mer actuelle.

» M. Keilhau cite d'autres lignes d'ancien niveau dans l'île de *Senjen*, à *Gebostad* (69°15' lat.), et à *Lenvig* (69°20' lat.). Suivant cet infatigable observateur, le même phénomène n'est pas rare dans le district de *Tromsöe*, où il l'a signalé à *Logsund*, etc.

» On continue à l'observer tout le long de la côte septentrionale de Finmark et des îles qui la bordent, jusqu'aux confins de la Laponie russe, où il existe également.

» Dans le *Varanger-fiord*, le plus oriental des golfes de la Norvége, M. Keilhau a vu, près de l'embouchure du *Ny-Elv*, des terrasses échelonnées l'une sur l'autre, atteindre une élévation d'environ 63 mètres (200 pieds norvégiens). Déjà, dans l'année 1769, une ancienne ligne de niveau de la mer avait été vue par Hell, sur l'île *Maasoe*, située sous le 71ᵉ degré de latitude, à 36 milles marins (67 kilomètres) au N.-E. de Hammerfest; il la mesura et obtint pour elle une hauteur de $34^m,8$ (110 pieds viennois) « On est frappé de surprise, dit à ce sujet M. de Buch, dans son *Voyage en* » *Norvége et en Laponie*, en voyant comment les lignes tracées par les » eaux, quand elles étaient à cette hauteur, courent parallèlement à la li- » gne circulaire que décrit l'anse, et sont garnies de coquillages et de » cailloux, comme si elles venaient à l'instant d'être laissées à sec. » (1).

» Parmi les traces du séjour de la mer qu'offrent les côtes de *Mageröe*, qui se termine au cap Nord, M. Eugène Robert cite, dans une petite baie près du cap Nord, d'énormes galets en rapport par leur volume avec la puissante action de la mer qui, sur ce point, les a façonnés et qui sont maintenant à 16 mètres au moins au-dessus de son niveau actuel.

» A *Rolfsöe-hamm*, dans l'île de *Rolfsöe*, voisine de *Mageröe*, nom d'une petite baie qui entame la côte de cette île, immédiatement au-dessus d'un dépôt de fahlun déjà cité, on peut compter très-distinctement, jusqu'au pied de la montagne voisine, une série de sept ou huit rivages anciens, indiqués par des galets marins et placés en retraite les uns à l'égard des autres. Ils sont séparés par un sol tourbeux. Les terrasses de *Rolfsöe* ont été observées par M. Martins, mais il n'en a compté que trois; peut-être n'a-t-il pas visité le même point que M. Eugène Robert.

» M. Eugène Robert a aussi observé que les côtes de l'*Alten-fiord* sont

---

(1) L. de Buch, *Voyage en Norvége et en Laponie*, t. II, p. 58.

remarquables par les traces anciennes de la mer; au fond des baies on peut compter distinctement, dit ce voyageur, non pas comme à *Rolfsöe*, des rivages indiqués exclusivement par des galets, mais bien autant de terrasses d'attérissement disposées en gradins et formées évidemment par la mer, ce qui semblerait indiquer qu'il y a eu des intermittences dans le phénomène d'abaissement des eaux. Ces terrasses de l'*Alten-fiord*, qui font l'objet spécial du travail de M. Bravais, n'avaient pas échappé à M. Keilhau, qui, en énumérant celles qu'on observe dans différentes localités de ces parages, ajoute « qu'il existe, en plusieurs lieux de l'*Alten-fiord*, de grands plateaux » et des terrasses étendues formées d'argile et surtout de sable et gravier. » Il n'est pas rare, ajoute-t-il, là où ces masses se prolongent le long des » montagnes parallèles aux divers bras de mer, de voir une ligne entaillée » qui représente l'ancien littoral comme je l'ai vu surtout, dans le *Lang-* » *fiord* (qui est un bras de l'*Alten-fiord*). »

» Ces citations suffisent pour montrer que les lignes d'ancien niveau, les *parallel roads*, comme on les appelle en Écosse, sont très-répandues en Norvége et en Laponie, et qu'elles s'y trouvent à des niveaux qui, comme en Écosse, sont très-variés, qui cependant ne s'élèvent pas très-haut, puisqu'on n'en indique pas au-dessus de 200 mètres.

§ III. *Travail de précision auquel M. Bravais a soumis le phénomène des anciennes lignes de niveau.*

» M. Bravais a profité de son séjour d'une année dans le Finmark, à l'entrée ou aux environs de l'Alten-fiord, pour y étudier cette classe de faits dont les instructions de l'Académie avaient signalé toute l'importance aux membres de l'expédition scientifique dont il faisait partie (voyez *Comptes rendus*, t. VI, p. 549). Il a su introduire dans ce genre d'observations *une précision inconnue avant lui* et qui ajoute beaucoup à la netteté des conclusions qu'on peut en tirer. Le champ de la question avait été en quelque sorte déblayé par les travaux de ses devanciers et particulièrement par les Mémoires déjà cités de M. Keilhau. L'émersion du sol de la Norvége avait été constatée d'une manière générale, mais des doutes importants restaient à éclaircir. « Les lignes de niveau du Finmark, disait M. Keilhau, ont envi- » ron 16 à 32 mètres d'élévation (50 à 100 pieds norvégiens); il est à » désirer que l'on effectue des mesures exactes sur plusieurs points, vu » l'importance de constater si leur hauteur est ou n'est pas la même par- » tout. Pendant mon voyage, j'avais constamment raisonné suivant la pre-

» mière de ces suppositions; mais je conçois aujourd'hui l'entière possibi-
» lité de la seconde (1). »

» Le golfe d'Alten, ou *Alten-fiord*, où M. Bravais s'est attaché à résoudre cette question, et qui est à tous égards l'un des plus remarquables du Finmark, est ainsi nommé du district d'Alten, qui forme son extrémité méridionale, et de la rivière d'Alten, l'*Alten-elv*, qui, venant du sud, lui verse le tribut de ses eaux auprès du village d'*Elvebakken*. La direction générale du *fiord* court du N.-N.-O. au S.-S.-E., et un double rideau d'îles le protége contre l'Océan.

» Les canaux étroits et profonds, *sunds*, qui séparent ces îles entre elles et du continent, peuvent, ainsi que les *fiords* qui y aboutissent, être considérés comme de véritables lacs, à la différence près du flux et reflux qui journellement les sillonnent et des autres courants généraux de l'Atlantique dont la direction normale est du S.-O. au N.-E. A l'exception de la vallée de l'*Alten-elv*, dans les dernières lieues de son parcours, les terres qui bordent l'*Alten-fiord* sont hautes et escarpées; les montagnes s'élèvent de la plage même ou n'y laissent qu'une lisière de peu d'importance; les vallées sont courtes, étroites et à pente rapide; de telle sorte qu'un changement considérable dans le niveau des eaux n'apporterait, en général, que des modifications insignifiantes dans la forme du littoral. Cette circonstance a contribué singulièrement, comme nous le verrons plus loin, à faciliter à M. Bravais la recherche des lignes de l'ancien niveau de la mer, qu'il est parvenu à reconstruire depuis le fond du *fiord* jusqu'à la petite ville d'*Hammerfest*, située près de son entrée, sur un développement de 16 à 18 lieues marines (9 à 10 myriamètres), c'est-à-dire environ quatre fois aussi long que le district du *Lochaber*, en Écosse, célèbre par ses *parallel roads*, que nous avons mentionnées plus haut.

» L'une des terrasses les mieux caractérisées, et en même temps la plus élevée de celles que M. Bravais a observées, est située au fond de l'*Alten-fiord*. Elle s'étend depuis la montagne du *Kongshavnsfield*, en présentant, à 68 mètres au-dessus des eaux actuelles, un plateau singulièrement horizontal terminé vers la mer par une pente rapide, qui ressemble au talus d'un immense ouvrage de fortification. Elle forme parallèlement à la côte un grand arc concave de près de 3000 mètres de longueur. Son extrémité s'avance

---

(1) Keilhau, *Reise i Jemtland og nodre Trondheims amt. Nyt magazin for naturvidens. — Kaberne*, II^{e} vol., p. 57. Christiania, 1832.

vers le N.-E. comme un éperon aigu dont la base est encore aujourd'hui rongée par les eaux du fleuve qui vient la battre presque de front, et qui la dégrade journellement; de là il résulte que les matières meubles qui composent ce monticule glissent sans cesse le long de son rapide talus, et n'y laissent accès à aucune autre végétation que celle de quelques pins ou genévriers rabougris. De là le nom de *Sand-fald* (chute de sable) qu'il a reçu des habitants. Il est facile de juger de l'angle même de l'éperon, que ce monticule est composé sur toute sa hauteur de matières arénacées. De l'autre côté de l'*Alten-elv*, il existe des entassements analogues à ceux du *Sand-fald*, et qui venaient jadis se relier à ceux-ci, avant que la force érosive des eaux ne les eût disjoints.

» Autrefois, sans doute, le niveau du fleuve était précisément celui de la grande terrasse. Cette présomption se confirme en remontant la rivière jusqu'aux montagnes du *Reipas-vara*. La rive droite, qui est la plus abrupte, montre en divers points, et sur une paroi presque verticale, des couches sédimentaires alternativement argileuses et arénacées. De loin en loin, sur la rive gauche, la grande terrasse reparaît avec des pentes moins rapides que celles du *Sand-fald*, et d'ailleurs avec le même cachet d'horizontalité; mais, en vertu de l'inclinaison propre au lit du fleuve, son élévation, relativement à ce dernier, va sans cesse en diminuant.

» D'autres traces du même genre révèlent une période plus récente pendant laquelle les eaux ont dû baigner les terres, suivant une ligne moins éloignée de la ligne de niveau actuelle. Si cette période a en effet existé, on conçoit que des deltas secondaires ont dû à leur tour se former sous cette nouvelle influence, et à un niveau intermédiaire entre le niveau primitif et le niveau actuel. Les flancs des collines meubles, créés par la précédente époque, ont dû, battus par les flots, s'ébouler vers le nouveau rivage, et y former une *berge* serpentant horizontalement le long de leurs pentes. Ce delta secondaire est bien marqué vers l'éperon de *Sand-fald;* mais l'attention de l'observateur est encore plus frappée par la *berge* ou *banquette* qui de ce point s'étend jusque vers le Kongshavns-field, elle est sensiblement horizontale dans sa section transversale, et d'une largeur égale moyennement à 10 mètres. Parfaitement régulière dans tout son parcours, elle imite singulièrement les berges de nos canaux, ainsi que les chemins couverts et banquettes de nos fortifications, et rappelle, à un haut degré, les *parallel roads* du Lochaber en Écosse.

» Tous ces profils sont figurés avec soin dans une feuille de dessins jointe au Mémoire de M. Bravais; leur plan est également figuré sur sa carte de l'*Alten-fiord*.

» Lorsque la côte est formée de roches solides en pente rapide ou même parfois escarpée, les lignes d'ancien niveau s'y dessinent aussi très-fréquemment; mais alors elles sont moins faciles à observer que lorsqu'elles sont marquées par des terrasses de matières alluviales Souvent, dans ce cas, elles sont plus visibles de loin que de près. Vues du large, elles se dessinent comme des lignes noires qui suivent, à un niveau sensiblement constant, tous les contours des rochers, et qui sont parfaitement marquées sous certaines incidences de la lumière. De près on ne voit plus qu'une entaille plus ou moins nette dans le rocher, formant une sorte de banquette grossière, surmontée d'un redressement où la pente est plus rapide et quelquefois accompagnée de cavernes plus ou moins vastes et de quelques traces d'usure. Lorsque la pente est formée sur une grande hauteur de matériaux incohérents, on voit souvent les lignes de niveau s'y dessiner d'une manière analogue, mais presque toujours plus profonde et mieux marquée que sur les roches solides.

» M. Bravais a reconnu et mesuré, en divers points de l'*Alten-fiord*, depuis son fond jusqu'aux environs d'Hammerfest, tant sur la terre ferme que sur les deux grandes îles de *Seyland* et de *Qualoe*, et sur l'îlot de *Hojöe*, un grand nombre de marques d'ancien niveau dessinées de l'une ou l'autre de ces diverses manières; mais nous craindrions d'abuser des moments de l'Académie, en détaillant devant elle un si grand nombre d'observations, quelque intéressante que nous paraisse chacune d'elles en particulier. Nous nous hâtons d'arriver aux résultats déduits par l'auteur de leur ensemble.

» En comparant entre elles les observations faites sur ces marques en différents points, M. Bravais a reconnu qu'il existe deux étages fort distincts de lignes des niveaux antérieurs; peut-être même y en a-t-il d'autres intercalaires, mais d'une existence moins certaine. Les deux lignes principales contournent le littoral suivant des courbes qui lui sont concentriques et parallèles, comme le figure la carte jointe au Mémoire; et, malgré de longues interruptions, elles reparaissent assez fréquemment et à des intervalles assez rapprochés pour qu'il ne puisse exister aucun doute raisonnable sur leur continuité d'un bout à l'autre de leur cours. L'auteur a établi ce *point fondamental* par une discussion qui tient nécessairement une grande place dans le Mémoire, mais qui ne peut être suivie que la carte sous les yeux.

» Les comparaisons que l'auteur établit entre les marques d'ancien niveau dans les divers points où il les a observées sont fondées en grande par-

tie sur les *altitudes* où elles se trouvent en chaque point. La mesure des altitudes exigeait de la précision, et sous ce rapport le travail a été singulièrement favorisé par la pente habituellement plus ou moins rapide des rivages de l'*Alten-fiord*. L'auteur, longeant avec une embarcation le contour des terres, descendait sur le bord dès que l'existence d'une de ces lignes lui paraissait évidente, et en quelques minutes il pouvait, au moyen du baromètre, obtenir l'altitude cherchée. Un tableau général et détaillé de toutes les opérations est annexé au Mémoire, avec tous les détails désirables sur les instruments employés, les heures des observations, etc. Dans l'exécution des mesures hypsométriques, M. Bravais a été souvent aidé par MM. *Lillienhook, Martins* et *Siljeström,* qui faisaient partie avec lui de l'expédition scientifique du Nord.

» Les hauteurs mesurées ont été rapportées au niveau moyen de la mer; mais, comme elles ont dû être faites à toute heure de marée, il a fallu imaginer un procédé pour retrouver le niveau moyen de la mer, lorsque les eaux étaient au-dessus ou au-dessous; ici la botanique, dont l'auteur s'occupe avec distinction, est venue en aide à la physique. Le *Fucus vesiculosus* est, dit M. Bravais, une algue marine si abondante dans ces parages, que, sauf de courtes lacunes dues à une moindre salure des eaux, elle tapisse, d'une manière continue, les parties internes des *fiords* et des *sunds* du Vest-Finmark. Si le niveau des eaux était dépourvu de ses oscillations habituelles, il est probable que, dans des bras de mer si tranquilles, ce *fucus* atteindrait précisément la ligne du niveau constant, ou la dépasserait de fort peu. Mais les marées y sont très-sensibles, et le niveau des eaux peut varier de 1 et même de 2 mètres en-dessus et en-dessous de sa position moyenne. Cette circonstance modifie la hauteur limite à laquelle ces *fucus* peuvent atteindre; mais il est à croire que leurs conditions d'existence sont nettement définies, puisqu'ils s'arrêtent brusquement à une même hauteur. C'est un spectacle agréable de voir, à mer basse, ces herbes pendantes au-dessus du miroir des eaux, dessiner le long des falaises une raie jaunâtre dont l'œil saisit aussitôt le parallélisme avec le rivage. Cette ligne est à environ $0^{m},6$ moyennement au-dessus du niveau moyen de la mer; elle a servi à rapporter à ce dernier niveau toutes les mesures barométriques.

» Quelques-unes des lignes d'ancien niveau ont été mesurées au moyen de perches graduées et d'une lunette horizontale. Cette méthode est encore plus précise que le baromètre, qui cependant, comme M. Bravais le fait voir par une discussion approfondie, lui a toujours donné les hauteurs cherchées, quoique assez petites, à moins d'un dixième près de leur valeur.

» Lorsqu'on cherche à arriver à une précision comparable à celle des mesures d'altitude, on trouve que les faits manquent encore pour pouvoir, d'après une ligne d'érosion quelque nette qu'elle paraisse, ou d'après une berge ou terrasse quelque horizontale qu'elle soit dans son profil transversal, retrouver exactement le niveau moyen de la nappe liquide qui les a façonnées. Pour éluder en partie ces difficultés, et rendre les mesures plus comparables entre elles, M. Bravais a pris, autant que possible, pour point de départ du nivellement, l'angle *interne* de la ligne d'érosion, ou le sommet du rebord de la terrasse; mais ces points ne correspondent pas rigoureusement à l'ancien niveau moyen; une différence doit exister soit en plus, soit en moins. Ainsi une correction devrait être appliquée à tous les résultats, et c'est l'impossibilité seule d'en fixer rigoureusement la valeur qui a empêché M. Bravais d'en tenir compte. Il a cependant cherché à l'évaluer approximativement, et il pense qu'elle devrait être d'environ $1^{m},50$, quantité qu'il faudrait retrancher de toutes ses mesures. Hâtons-nous d'ajouter que cette soustraction uniforme ne changerait rien aux différences de ces mêmes mesures, différences qui sont le résultat le plus essentiel de son travail.

» En effet, ce que M. Bravais nous apprend de plus nouveau, et *ce qui nous paraît être réellement pour la science une acquisition d'un grand prix*, c'est que les *terrasses* ou *parallel roads* de l'*Alten-fiord* ne sont *parallèles et horizontales qu'en apparence.* Elles le sont pour l'œil, qui ne peut embrasser qu'une petite partie de l'espace qu'elles occupent, mais elles ne le sont pas pour des mesures rigoureuses; d'où il résulte que le mouvement relatif de la terre et de la mer a été inégal dans les différents points de la baie. Ce mouvement a été inégal au moins deux fois, et les deux fois dans le même sens, car les deux grandes lignes d'ancien niveau s'inclinent aujourd'hui dans le même sens et elles se rapprochent l'une de l'autre dans la direction où elles se rapprochent de la mer actuelle. Les points où elles sont le plus élevées et le plus distantes l'une de l'autre sont vers le fond de l'Alten-fiord; ceux où elles sont le plus basses et le plus rapprochées sont vers l'entrée. Tout se passe comme si la masse continentale avait été *soulevée* en s'inclinant légèrement; l'axe du soulèvement coïncidant à peu près avec celui de la grande chaîne norvégienne. Suivons l'auteur dans la détermination géométrique de ces indices de mouvements.

» Les points assez nombreux où les observations hypsométriques ont été faites peuvent être groupés en six localités, savoir :

» 1°. La partie méridionale de l'*Alten-fiord*;

» 2°. *Kragnaes* et *Talvig;*

» 3°. Le *Koma-fiord;*

» 4°. Le *Leerest-fiord* jusqu'au *Quœnklubb;*

» 6°. La partie orientale de *l'île de Seyland;*

» 6°. Les environs de *Hammerfest.*

» Les observations faites dans chacune de ces six localités donnent autant de groupes de mesures à peu près concordantes entre elles. Chaque groupe donne, pour les hauteurs des deux lignes principales, des moyennes qui peuvent être considérées comme exprimant les hauteurs de ces lignes dans le point central de chaque localité. Ces moyennes étant substituées aux résultats bruts, beaucoup plus nombreux, des observations, l'auteur les a comparées entre elles d'une localité à l'autre pour les deux principales lignes de niveau. Il en a formé deux séries parallèles de nombres qui en ont donné une troisième, en soustrayant ceux de la seconde ligne de ceux de la première.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Ligne supérieure.	67^m,4	56^m,5	51^m,8	49^m,6	42^m,65	28^m,6
Ligne inférieure.	27^m,7	24^m,5	20^m,5	18^m,3	16^m,6	14^m,1
	39^m,7	32^m,0	31^m,3	31^m,3	26^m,05	14^m,5

» Dans ces trois lignes, les nombres sont rangés dans l'ordre des localités prises du sud au nord, c'est-à-dire depuis *Elvebakken,* qui se trouve au fond de l'*Alten-fiord,* jusqu'à *Hammerfest,* qui est placé près de son entrée. Il suffit de les parcourir des yeux pour y lire le résultat général que nous avons déjà énoncé, car dans chacune d'elles, on voit les nombres décroître depuis l'extrémité sud jusqu'à l'extrémité nord. Chacune des deux grandes lignes d'ancien niveau est donc réellement inclinée dans ce même sens par rapport à l'inférieure. Ainsi, après chacune des périodes stationnaires qui ont donné naissance aux deux grandes lignes d'ancien niveau, il y a eu une émersion, rapide ou lente, peut-être reprise à plusieurs fois, mais dont le résultat final est de plus en plus sensible à mesure qu'il s'attache à des points plus éloignés du contour extérieur des côtes.

» La différence d'altitude des deux extrémités de la partie mesurée de la ligne supérieure est de près de 40 mètres à une distance de 16 à 18 lieues (9 à 10 myriamètres); aucune hypothèse possible sur un changement quelconque dans la marche des phénomènes marins, dans celle des marées, etc., ne pourrait approcher, même de bien loin, de rendre raison d'une pareille différence.

» M. Bravais n'a pas omis de discuter les hypothèses par lesquelles on pourrait être tenté d'expliquer les faits qu'il a constatés, mais il n'a pas eu de peine à faire voir qu'elles seraient pour la plupart inadmissibles.

» On pourrait, au premier abord, être tenté de comparer les terrasses légèrement inclinées de l'Alten-fiord à celles qui se dessinent dans les vallées des Alpes, des Pyrénées, des Vosges, etc., où certains géologues les attribuent à des glaciers, tandis que d'autres y voient l'effet de courants boueux, de *Nants-Sauvages* gigantesques. M. Bravais repousse cette assimilation, ou du moins l'hypothèse des courants, la seule qui pût être invoquée ici, par plusieurs arguments dont l'un est tiré des coquilles marines que renferment souvent les matières de transport dont les terrasses sont formées, et dont un autre, non moins concluant, avait déjà servi à M. le professeur Mac-Culloch pour montrer qu'on ne pourrait appliquer cette hypothèse au *Glen-roy;* ce dernier est basé sur la grande inégalité de la section qu'aurait eue, en différents points, un courant remplissant l'*Alten-fiord,* jusqu'à l'une ou à l'autre des deux grandes lignes de niveau.

» Ces lignes de niveau, et d'autres analogues, ont souvent fait naître l'idée de lacs qui auraient rempli les fiords dont elles côtoient le rivages, et dont les digues auraient plus tard été détruites; mais M. Bravais fait observer que la grande différence de niveau entre les extrémités des lignes de l'*Alten-fiord,* différence qui est de plus de 13 mètres pour la ligne inférieure, et de près de 40 pour la supérieure, est tout-à-fait incompatible avec ce mode d'explication.

» Cette hypothèse d'un ancien lac dont le niveau aurait baissé par degrés a été proposée avec plus de vraisemblance pour les anciennes lignes de niveau du Lochaber, en Écosse; et l'horizontalité attribuée à ces lignes semble parler en sa faveur; mais M. Bravais exprime le vœu, qui nous paraît *très-fondé,* que l'exacte horizontalité des *parallel roads* du Lochaber soit examinée de nouveau, et qu'elle le soit *par des moyens géodésiques*. En effet on n'a pas là, comme dans les *fiords* de la Norvége, une nappe d'eau toujours à portée pour donner aux mesures barométriques un point de départ infaillible. Pour obtenir, au milieu de vallées sinueuses et sur une étendue de 20 à 22 kilomètres, des résultats d'une certitude comparable à ceux de M. Bravais, il ne faudrait rien moins qu'un système de mesures géodésiques régulièrement organisé. M. Darwin a, du reste, rendu déjà l'hypothèse des lacs à peu près insoutenable pour le *Glen-roy,* en montrant que les *parallel roads* se retrouvent dans la grande vallée du canal Calédonien, qu'on ne peut sup-

poser avoir été close à ses deux extrémités jusqu'à plus de 300 mètres de hauteur, à une époque géologique récente (1).

» Nous l'avons déjà dit, en Norvége, en Écosse, en Cornouailles, partout où on les observe, chacune des lignes d'ancien niveau paraît horizontale à la simple vue : le défaut d'horizontalité, là où il existe, est assez faible pour ne pouvoir être apprécié par ce moyen, et pour se perdre dans l'effet général de la perspective linéaire; si, comme il y a lieu de le conjecturer, on peut parvenir partout, ou presque partout, à mettre en évidence un certain défaut d'horizontalité, la faiblesse de l'inclinaison restera de son côté une circonstance importante qui, en obligeant à reculer fort loin l'intersection possible des lignes d'ancien niveau avec le niveau actuel des mers, relie les observations entre elles, et empêche de fractionner le phénomène général en une multitude de petits phénomènes locaux et indépendants les uns des autres. Cela agrandit beaucoup le champ de la question, et conduit à penser qu'on ne doit lui assigner qu'une cause susceptible d'une influence très-étendue.

» Parmi les hypothèses mises en avant, il en est une qui, au premier abord, semblerait, par sa grandeur et sa simplicité, correspondre assez bien à celle du phénomène lui-même.

« Quelques auteurs qui se sont occupés de la physique du globe, dit » l'auteur du Mémoire, ont fait remarquer qu'un simple changement dans » la disposition des masses de la partie interne de la terre pourrait chan- » ger la direction de la pesanteur, sur une étendue plus ou moins grande de » sa surface, abaisser ou élever le niveau des eaux, et altérer même l'hori- » zontalité des anciennes lignes de niveau par suite du déplacement de la » verticale. Le fait est vrai sous le point de vue théorique, abstraction faite » de ce qui peut paraître invraisemblable ou gratuit dans une supposition » pareille; mais à cette hypothèse va se présenter pour nous une grave ob-

---

(1) On a parlé aussi de *digues de glace* de 3 à 400 mètres de hauteur; mais, indépendamment des nombreuses impossibilités que présente ce système, son auteur me paraît avoir perdu de vue une remarque très-simple. *Le niveau supérieur d'un glacier est nécessairement variable, de même que sa longueur,* et, par conséquent, de l'eau retenue seulement par un glacier ne peut avoir conservé la *fixité complète du niveau* attestée par la netteté des *parallel roads,* pendant les quelques siècles nécessaires pour la production de ces terrasses mystérieuses. Le glacier d'*Aletsch*, en Valais, ne maintient pas, à un niveau constant, le lac de *Mörell*, qui est cependant bien loin d'avoir, dans aucun cas, 300 mètres de profondeur. É. de B.

» jection. Pour la mettre en évidence, reportons-nous aux deux séries de » nombres qui indiquent les ordonnées verticales des deux soulèvements » successifs. La série relative au soulèvement le plus moderne offre une » progression régulière qui peut se concilier avec l'hypothèse actuelle; » mais il n'en est pas de même de l'autre série, où une diminution beau- » coup trop rapide des altitudes se fait remarquer dans le passage de l'a- » vant-dernier terme au dernier. Je suppose, pour mieux expliquer cette » circonstance, dit toujours M. Bravais, que, du fond de l'*Alten-fiord*, on » mène une droite au milieu de la baie de *Koma-fiord*; qu'on la prolonge » de là à *Rastabynœs* et de *Rastabynœs* à *Hammerfest*, ce qui est possible, » ces points étant sensiblement en ligne droite; en suivant cette direction, » qui est à peu près celle du N. 15 degrés O., nous pouvons diviser les diffé- » rences de niveau par les distances, et en déduire les pentes moyennes » des anciennes lignes de niveau en minutes et secondes de degré, pour » chacun des intervalles et à mesure que l'on s'approche de la mer. Faisons, » de plus, abstraction de la seconde et de la quatrième rangée verticales du » tableau, lesquelles correspondent à des points que notre alignement laisse » à droite ou à gauche, et ayons soin de considérer la ligne supérieure avant » le second soulèvement, et d'employer les nombres de la rangée la plus » inférieure. En opérant de la sorte, nous trouverons les résultats sui- » vants :

	Second soulèvement.	Premier soulèvement.
Du sud de l'*Alten-fiord* au *Koma-fiord*	38″	44″
Du *Koma-fiord* à *Rastabynœs*	32″	43″
De *Rastabynœs* à *Hammerfest*	33″	153″

» Les différences de niveau employées ne sont pas très-exactement » connues, et la carte annexée au Mémoire n'est qu'une esquisse où peu de » points sont rigoureusement fixés : ainsi les angles que nous venons » d'obtenir n'ont pas une grande prétention d'exactitude; cependant on » ne peut, d'après eux, s'empêcher de reconnaître, 1° une pente à peu » près régulière et d'environ 35″ pour le soulèvement le plus moderne, en » allant dans la direction du N. 15° O.; 2° une pente plus rapide et surtout » un *changement très-notable d'inclinaison* dans la ligne du soulèvement le » plus ancien, en dépassant le cap *Rastabinœs*. Ce changement est indiqué, » dans la carte des profils, par la descente rapide de la ligne ponctuée » qui va de s''' à a'''. Je ne puis voir aucune explication plausible de ce » fait, continue l'auteur, dans l'hypothèse d'un simple changement dans

» la direction de la pesanteur, et l'on n'atténue nullement cette difficulté en » recourant à un ou plusieurs soulèvements intermédiaires. » M. Bravais est plutôt porté à conclure de ce fait que si des phénomènes de fracture, si des *failles* dues aux phénomènes dont nous examinons les résultats, doivent se rencontrer quelque part dans ces parages, c'est près de *Rastabynœs* qu'il est convenable de les chercher.

» Il nous paraît impossible en effet de concevoir le résultat obtenu sans admettre que l'écorce terrestre a été *rompue* ou *ployée* dans cette partie. De quelque manière qu'on suppose que des masses pesantes se sont déplacées dans l'intérieur de la terre, on ne saurait guère imaginer qu'elles aient agi d'une manière à peu près uniforme sur trois verticales consécutives, et qu'elles aient déployé subitement sur la quatrième un mode d'action différent. Ainsi les traces laissées par la mer sur les rivages de l'*Alten-fiord*, lorsqu'on les examine avec une exactitude suffisante, révèlent non-seulement *un changement de niveau*, mais une *inclinaison*; non-seulement une inclinaison, mais une *flexion* ou une *rupture*.

» La mer, dans certaines hypothèses, pourrait changer de niveau et même de figure; mais les traces laissées par elle seraient toujours des lignes régulières et continues. Ici se présente une irrégularité, une discontinuité, qu'on ne peut rapporter qu'à la terre elle-même. Évidemment la masse solide des rivages de l'*Alten-fiord* a changé de figure, elle a été bossuée ou brisée; dès lors on ne peut se refuser à admettre que ce que nous appelons les traces d'un ancien séjour de la mer ne sont que les indices d'un mouvement de la terre, mouvement qui a été ascensionnel dans les points où la mer paraît s'être abaissée.

» Ce n'est donc plus en supposant une retraite de la mer qui laisserait aux anciennes lignes de niveau leur horizontalité originaire, ce n'est pas non plus en supposant un changement de direction dans la pesanteur qui laisserait les anciennes lignes de niveau inclinées, mais inclinées régulièrement et d'une manière à très-peu près uniforme, sur de grandes étendues, qu'on pourra expliquer les phénomènes de l'*Alten-fiord*. Il faut admettre qu'une puissance dont le centre d'action est caché dans l'intérieur du globe a agi, non sur le niveau de la mer, mais sur celui des terres, et les a élevées irrégulièrement à plusieurs reprises différentes; et l'on doit encore remarquer que, malgré les irrégularités qui en complètent l'évidence, ce mouvement a fait tourner plusieurs fois de suite la partie soulevée de l'écorce terrestre autour d'une ligne de charnière à peu près constante; car les deux lignes principales du niveau vont se rencontrer en un point assez

peu éloigné de ceux où elles rencontrent la surface actuelle de la mer, et peu éloigné aussi de la ligne qui enveloppe extérieurement la série d'îles dont la côte est bordée.

» La *démonstration* d'un pareil fait intéresse à un très-haut degré toutes les parties de la physique terrestre, et particulièrement la géologie. Pour la géologie, il est d'autant plus intéressant qu'il est loin d'être isolé. Les géologues ne verront ici, en effet, qu'un des nombreux exemples, aujourd'hui connus, de l'émersion d'une vaste étendue de terrain couverte de dépôts marins en couches peu ou point disloquées. Beaucoup de géologues admettent maintenant que les couches marines presque horizontales qui couvrent un grand nombre de plaines sont des couches soulevées; mais cette proposition est pour eux un simple corollaire de celle de la formation par soulèvement des chaînes de montagnes à couches fortement redressées. Or cette même proposition est susceptible, dans la plupart des cas, d'une démonstration directe déduite des traces de dénivellation que présentent des systèmes de couches presque horizontaux à la simple vue. Dans l'exemple étudié par M. Bravais, la dénivellation, quoique légère, est rendue complétement évidente, et le sens du mouvement se lit dans le résultat des mesures avec la plus grande clarté.

» Il serait à désirer que la dénivellation fût rendue aussi évidente dans les autres parties des côtes scandinaves et britanniques. La voie ouverte pour y parvenir, dit avec beaucoup de justesse M. Bravais, consisterait à poursuivre autour des grandes baies de la Norvége et des îles adjacentes, les courbes qui dénotent les niveaux antérieurs de la mer, à mesurer leur hauteur au-dessus de la mer actuelle en des points assez rapprochés pour qu'il ne subsiste aucun doute sur la loi des hauteurs intermédiaires, enfin à suppléer partout où faire se peut à la non-continuité de ces lignes. Ce travail est immense, si l'on considère le vaste développement du littoral de la Norvége. Il peut heureusement se subdiviser en portions, d'une part assez restreintes pour ne point dépasser les forces du voyageur ordinaire, assez étendues de l'autre pour le conduire à des résultats qui, malgré leur petit nombre, ne soient pas dépourvus d'intérêt.

» M. Bravais a exécuté, pour la première fois, un travail de ce genre, et quoique les lignes d'ancien niveau tracées sur les rivages de l'*Alten-fiord* ne soient pas le trait le plus grand ni le plus frappant du vaste tableau dont elles font partie, on peut dire qu'elles en sont, pour nous, aujourd'hui, le trait le plus instructif.

» Mais une circonstance qui ne contribuera pas peu à fixer l'attention

sur l'inclinaison inégale et variable d'un point à un autre, que M. Bravais y a constatée sur une étendue de 9 à 10 myriamètres, c'est la probabilité déjà acquise, d'une manière générale, que le même fait existe bien au delà des limites embrassées par le travail personnel de l'auteur. En effet, lorsqu'on voit que les traces du séjour moderne des eaux se montrent, dans les diverses contrées où nous les avons signalés, à des niveaux extrêmement inégaux, savoir : dans l'*Alten-fiord* jusqu'à 68 mètres; dans le midi de la Norvége, jusqu'à près de 200; en Écosse, jusqu'à 359 au moins; dans le pays de Galles, jusqu'à 424, et qu'elles redescendent, en Cornouailles, jusqu'à une faible hauteur, on acquiert aisément la conviction que l'auteur n'a observé qu'un terme d'une longue série d'ondulations que fait la ligne de l'ancien niveau de la mer dans une longueur de 330 myriamètres, depuis le Spitzberg jusqu'à la pointe méridionale du Cornouailles. Cette inégalité exclurait à elle seule l'idée de chercher l'explication du phénomène dans un simple abaissement de la mer.

» On demeure plus convaincu encore que la ligne du niveau ancien a éprouvé dans certains espaces des *ondulations ascendantes*, lorsqu'on voit que dans d'autres espaces contigus elle en a éprouvé de *descendantes*, à une époque également très-récente. C'est ici le lieu de rappeler que tandis que les côtes du Lanscashire et du pays de Galles nous offrent des *fonds de mer* à des hauteurs considérables, les côtes opposées de l'Angleterre, celles du Lincolnshire, nous présentent les *forêts sous-marines*. Ce sont des forêts composées d'arbres identiques avec les nôtres, tels que des chênes, des bouleaux, des noisetiers, des pins gisant en partie renversés, mais avec leur souche et leurs racines encore en place, encore accompagnés de leurs feuilles, de leurs fruits et des insectes qu'ils abritaient, sous un sol vaseux rempli de coquilles d'eau douce. Elles se trouvent au-dessous du niveau de la mer, ce qui indique un enfoncement de plusieurs mètres.

» D'autres forêts sous-marines ont été observées sur les côtes orientales de l'Écosse, c'est-à-dire du côté opposé au district de Lochaber. On en cite une sur les côtes du Cornouailles, dans la baie de Penzance, d'autres sur les côtes de la Bretagne et de la Normandie. On en cite encore sur les côtes méridionales de la mer Baltique, dans la Pomméranie, qui fait face à la Scanie, dont les côtes s'abaissent aujourd'hui au lieu de s'élever, comme dans le reste de la Suède.

» Ainsi, des contrées voisines ont été et sont encore travaillées par des mouvements contraires, et peut-être une même contrée a-t-elle éprouvé successivement des mouvements en sens inverse, comme semblerait l'in-

diquer la forêt sous-marine de Penzance, si voisine des plages soulevées de divers points du Cornouailles.

» Il est à peine nécessaire de remarquer que cette diversité dans les mouvements qui paraissent avoir eu lieu, soit simultanément dans des lieux différents, soit successivement dans un même lieu, n'implique pas contradiction. Lorsqu'une planche fait la bascule, l'une des deux extrémités monte lorsque l'autre descend, et chacune des deux extrémités monte et descend alternativement.

» Dans les instructions remises par l'Académie à l'expédition scientifique du Nord, on disait (*Comptes rendus*, t. VI, p. 558) qu'il serait très-intéressant de tracer un jour, sur la carte de la Scandinavie, les limites respectives de la zone ascendante, de la zone descendante et de la zone stationnaire. On faisait allusion, dans ce passage, aux mouvements de la période actuelle, mais il ne serait pas moins intéressant de tracer pour les périodes antérieures ces lignes limites entre les parties de l'écorce terrestre soumises à des mouvements différents; lignes comparables jusqu'à un certain point aux *lignes nodales* des plaques vibrantes.

» Le point où vont se couper les deux principales lignes d'ancien niveau de M. Bravais, point qui, comme nous l'avons déjà fait remarquer, n'est pas très-éloigné de ceux où elles rencontrent la surface de la mer actuelle, ni de la limite extérieure du massif d'îles qui borde la côte norvégienne; ce point ou ce groupe de points voisins marque une des localités où a passé à une certaine époque la *ligne immobile*. Je dis à une certaine époque, car il est bien probable que cette ligne peut se déplacer avec le temps. Certes il sera curieux, lorsque la science aura été enrichie d'un certain nombre de travaux, du genre de celui de M. Bravais, de pouvoir tracer sur la carte du nord-ouest de l'Europe les positions successives de la limite de la zone qui s'est bombée par degrés, et de voir si, dans ces variations progressives, cette limite s'est graduellement contractée, de manière à ne plus embrasser aujourd'hui que la partie de la Suède qui éprouve encore sous nos yeux un mouvement ascensionnel.

» Les investigations relatives à cet ordre de problèmes méritent d'autant plus d'être poursuivies qu'elles se rattachent à ces hautes questions de physique terrestre devant lesquelles les recherches relatives à la figure de la terre et aux variations de la pesanteur à sa surface se sont en quelque sorte arrêtées. En effet, si la partie elliptique, ou, pour mieux dire, la partie régulière de la figure de la Terre est dans un rapport

évident avec les phénomènes astronomiques, les irrégularités de cette même figure ont pour cause probable des phénomènes géologiques étroitement liés à ceux dont nous nous occupons dans ce Rapport. Les contrées dont nous parlons semblent même destinées à fournir une des preuves les plus palpables de la liaison des faits géologiques avec les résultats des mesures du pendule et des arcs terrestres, car l'une des plus grandes anomalies qu'on ait signalées dans les longueurs diverses du pendule déterminées en différents lieux s'est justement rencontrée dans cette zone si remarquable par les changements des niveaux relatifs de la terre et de la mer, je veux parler de la différence considérable que le pendule a dévoilée entre l'intensité de la pesanteur à *Trondheim* et dans l'île d'*Unst*, la plus septentrionale des îles Shetland.

» L'un de vos Commissaires (M. Biot), dans son Mémoire sur la figure de la Terre, lu à cette Académie le 5 décembre 1827, disait (page 28): « L'excès d'intensité relatif à *Unst* est indubitable. Il répond à une dif» férence de 6585 oscillations dans la marche diurne d'une horloge » qui serait transportée du méridien d'Unst à celui de *Trondheim*, en » suivant le parallèle moyen dont la latitude est 62° 5′ 42″. Il est présu» mable qu'une si grande irrégularité se manifestera puissamment dans » les degrés d'Écosse, lorsque l'arc du méridien qui doit s'étendre » jusqu'à *Unst* aura été complétement mesuré. »

» On pourrait ajouter, à l'appui de cette remarque, que les mesures géodésiques exécutées dans la Grande-Bretagne, et qu'on sait être fécondes en anomalies, ont été faites précisément vers la lisière S.-E. de la zone où se trouvent les rivages soulevés.

» La mobilité que présentent encore certaines parties du sol de la Scandinavie fournit en outre une application bien naturelle à la remarque suivante, que notre confrère a consignée à la fin du Mémoire cité: « Qui » peut dire, ajoute en effet M. Biot (page 45), si dans le même lieu » l'intensité de la pesanteur, et par suite la longueur du pendule sera, » dans deux mille ans, ou même dans quelques siècles, exactement égale à » ce qu'elle est aujourd'hui? C'est de quoi nous ne pouvons nullement ré» pondre. On peut même concevoir que de simples changements, opérés » par la main des hommes, modifient assez le sol pour changer cette in» tensité d'une manière appréciable. Que devons-nous penser des cata» strophes locales que peut produire la nature? Le seul travail continuel » des volcans, et les variations perpétuelles du magnétisme à la surface du » sphéroïde terrestre, n'annoncent-ils pas des changements intérieurs dont

» l'intensité relative de la pesanteur doit vraisemblablement se ressentir ? »

» Ces considérations, si propres à rehausser l'intérêt des phénomènes géologiques dont M. Bravais s'est occupé, en donnent surtout à une question qui reste encore à résoudre à leur égard; c'est celle de savoir combien de temps la mer est restée stationnaire à chacun des niveaux auxquels elle a laissé des traces de son séjour, et si elle a passé rapidement d'un niveau à un autre.

» La profondeur des entailles que la mer a faites dans des roches très-solides, aux niveaux divers auxquels elle a stationné, la largeur des terrasses de débris, qui ailleurs se sont accumulés immédiatement au-dessus de sa surface, tout montre que chacune des lignes de niveau étudiée doit avoir été le bord de la mer pendant un grand nombre d'années ou même de siècles; mais ce nombre est impossible à fixer quant à présent.

» La question de savoir si la mer a passé brusquement ou rapidement d'un niveau à un autre reste plus indéterminée encore. Dans l'analyse que nous avons donnée du travail de M. Bravais, nous avons dit que, sur les bords de l'*Alten-fiord*, il existe deux lignes principales d'ancien niveau; mais, d'après l'auteur, ces deux lignes ne sont peut-être pas les seules dont on doit admettre l'existence. Il existe quelques observations peu nombreuses dont les résultats ne peuvent s'enclaver parmi les deux séries de nombres relatifs aux deux grandes lignes, et par conséquent ne sauraient se rapporter à ces deux lignes principales. Ces observations ont été recueillies sur des lignes de niveau ancien, en général fort mal dessinées, comparativement à la netteté des précédentes. Si ces lignes secondaires représentent, en effet, des périodes réelles de persistance des eaux aux élévations correspondantes, ces périodes subalternes de repos ont dû être bien plus courtes que les deux grandes périodes dont nous avons admis en premier lieu la réalité. L'un de ces étages serait intermédiaire entre la ligne *supérieure* et la ligne *inférieure*. Il forme ce que M. Bravais appelle la ligne *moyenne*; un autre étage, encore plus problématique, séparerait la ligne inférieure du niveau actuel de la mer.

» Ailleurs aussi le nombre des lignes d'ancien niveau est plus ou moins multiplié. Dans le Lochaber, en Écosse, on compte quatre étages d'ancien niveau et d'autres accessoires. Dans l'île de *Jura*, le capitaine Vetch en a compté six ou sept. Dans l'île Rolfsöe, qui n'est pas éloignée d'Hammerfest, M. Eugène Robert, ainsi que nous l'avons dit plus haut, a compté jusqu'à sept ou huit étages de terrasses à des niveaux différents. On peut dire, d'après cela, que, dans l'état actuel des choses, le nombre des

niveaux divers auxquels la mer a stationné est indéterminé et peut être différent d'une localité à une autre. Mais, dans chaque localité, le passage d'un niveau persistant à un autre niveau persistant s'est-il opéré par une secousse brusque analogue à un tremblement de terre, ou d'un mouvement lent, analogue à celui que la Suède éprouve encore de nos jours? N'y a-t-il eu que les mouvements ascensionnels et jamais de mouvements contraires? Les lignes de niveau plus ou moins marquées ne seront-elles pas simplement celles auxquelles la mer a stationné dans les intervalles de mouvements lents et peut-être contraires, et au milieu d'une agitation longtemps prolongée de la partie N.-O. de l'Europe encore mobile en quelques points? Plusieurs de ces questions, déjà indiquées avant le Mémoire de M. Bravais, y sont aussi discutées, mais n'y sont pas complétement résolues; elles font partie de la carrière qu'il laisse ouverte à ses successeurs.

» Cette carrière ne se borne pas au nord de l'Europe. Des lignes d'ancien niveau de la mer ont été remarquées dans d'autres parages. M. Puillon-Boblaye a signalé, en Morée, des lignes d'anciens rivages et des lignes de pholades *inclinées* et *infléchies*. MM. Lyell, Constant Prévost, Cristie, ont également indiqué des lignes d'anciens rivages, en Sicile. On en observe même dans l'intérieur des continents, et dernièrement M. Itier, dans un travail soumis à l'Académie, a signalé près de Belley, dans le département de l'Ain, des traces de l'ancien rivage de la *mer néocomienne*. Souvent aussi, sans pouvoir retrouver précisément les lignes des rivages des mers où se sont déposées les couches marines qui s'étendent sur une partie considérable de nos continents, on peut y trouver des indices de la profondeur à laquelle chacune d'elles s'est déposée, et reconstruire par la pensée l'ancien niveau des eaux.

» Je termine ici ce Rapport, dans lequel j'ai déjà trop longuement abusé des moments de l'Académie; je n'ai pas besoin d'en dire davantage pour faire sentir toute la portée du genre de recherches dont M. Bravais a donné l'exemple. L'Académie aura déjà suffisamment remarqué que l'auteur ne s'est pas borné à ajouter un nouveau terme à la série de faits curieux dont nous avons cru devoir rappeler tout l'ensemble. Le groupe de résultats contenu dans son Mémoire nous paraît en effet l'emporter sur tous ceux relatifs au même ordre de faits par la précision des observations, et parce que cette précision même lui a permis de mettre en évidence une circonstance importante qui existe probablement ailleurs, mais qui a généralement échappé à l'observation.

» Les lignes d'anciens rivages signalées dans tant de localités du nord-ouest de l'Europe paraissent à peu près horizontales, dans l'étendue où l'œil

peut les suivre. M. Bravais *prouve* que dans l'*Alten-fiord* cette horizontalité n'est qu'apparente, et que ces lignes sont non-seulement inclinées, mais infléchies ou brisées.

» Indépendamment des résultats aussi neufs qu'intéressants dont il enrichit la science, le Mémoire soumis à notre examen aura encore l'avantage de faire mieux comprendre que la géologie peut devenir une *science exacte*, et qu'elle peut se rattacher à l'astronomie par la rigueur de ses méthodes, tout aussi bien que par la nature même de son sujet.

» Ce Mémoire contribuera en outre à prouver que les savants français envoyés dans le nord ont signalé leur séjour au delà du cercle polaire par des travaux sérieux.

» Nous avons l'honneur de proposer, en conséquence, à l'Académie de lui accorder son approbation, et de décider qu'il sera inséré dans le Recueil des *Savants étrangers*, à moins cependant qu'il ne soit destiné à être imprimé dans l'ouvrage spécial publié par la Commission scientifique dont M. Bravais a fait partie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIRURGIE. — *Modifications nouvelles apportées aux procédés opératoires pour la ligature des polypes des fosses nasales, et aux instruments employés dans ces sortes d'opérations.* Note de M. LEROY D'ÉTIOLLES.

« J'ai eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, en 1833, un Mémoire sur la ligature des polypes des fosses nasales et du sommet du pharynx; je viens aujourd'hui déposer sur le bureau les additions et les perfectionnements que j'ai apportés à mon idée première.

» Lorsque les polypes, situés profondément, sont volumineux, lorsqu'ils sont charnus ou fibreux, on ne peut les enlever par arrachement, et rarement l'excision leur est applicable : le seul procédé qui présente alors des chances de réussite, c'est la ligature. Cette opération se pratique suivant trois méthodes : celle de Fallopius, modifiée par Glandorp, Klug, Heister, dans laquelle on porte la ligature par la narine; celle de Levret, qui portait l'anse par la bouche et ramenait

les deux chefs par la bouche; celle de Brasdor, enfin, dans laquelle les deux bouts du fil étant amenés de la bouche dans la narine avec une sonde conductrice, l'anse embrasse le polype d'arrière en avant. Bien que cette dernière porte le nom d'un chirurgien, nous devons avouer qu'elle a été imaginée et exécutée par un homme étranger à la médecine, par Roderick de Cologne, qui parvint à se guérir ainsi d'un polype. Comme la lithotritie, ce mode de ligature a donc été inspiré par la douleur aux malades eux-mêmes, mais avec cette différence, toutefois, que le moine de Citeaux et le major Martin n'étaient arrivés qu'à des moyens de destruction de la pierre trop grossiers pour réussir, tandis que l'opération de Roderick, son tourniquet pour exercer la constriction, ses grains de chapelet pour la transmettre sont aujourd'hui en usage, et que la part des chirurgiens, de Desault, de Dubois, de Boyer, de MM. Rigaud, Hatin, Sauter-Major, etc., se borne à des modifications d'instruments, ou de manœuvres propres à favoriser le placement de la ligature, en développant l'anse en arrière. C'est aussi une modification à cette méthode et une addition que je viens soumettre à l'examen de l'Académie : j'espère qu'elles ne seront pas considérées seulement comme un changement de forme, mais comme une amélioration. Ce qui compromet le succès de la méthode de Brasdor ou de Roderick, c'est la difficulté que l'on éprouve à porter la ligature près de l'insertion de la tumeur ; l'anse est bien formée en arrière par les nombreux moyens que l'on a imaginés dans ce but, mais en avant on n'a pas songé à maintenir un écartement suffisant; d'où il résulte que bien souvent le polype, incomplétement embrassé, n'est coupé qu'en partie et repullule. Les moyens que je mets à la disposition des chirurgiens permettent, 1° de porter plus haut, en arrière, la ligature qu'on ne pouvait le faire ; 2° d'écarter en avant du polype les fils; 3° de les élever en avant, en un mot de le saisir et de le détacher plus sûrement et plus facilement. L'expérience a confirmé mes prévisions ; mes porte-ligatures ont réussi entre les mains de Dupuytren, de MM. Bérard, Blandin, j'ajouterai entre les miennes, alors que d'autres appareils avaient été inefficaces. »

(Cette Note, et les instruments qui l'accompagnent, sont renvoyés à l'examen de la Commission nommée pour plusieurs communications récentes de M. Leroy d'Étiolles relatives à diverses questions chirurgicales.)

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences kératoplastiques; par* MM. **Feldmann** *et* **Davis**, de Munich.

(Commissaires, MM. Magendie, Flourens, Roux.)

Les auteurs résument, dans les termes suivants, les principaux résultats de leurs expériences :

« 1°. Si, après avoir détaché *complétement* la cornée transparente de l'œil d'un animal, on la remet en place et on la fixe par quelques points de suture, elle se ressoude en contractant des adhérences nouvelles dans tous les points de son contour.

» 2°. Le même effet se produit si l'on transporte la cornée détachée sur l'œil d'un autre animal, même dans le cas où les deux animaux appartiennent à des espèces différentes.

» 3°. Le succès de cette sorte de greffe paraît plus assuré quand l'œil sur lequel on transplante la cornée a perdu son cristallin.

» 4°. Dans ces expériences nous sommes parvenus à obtenir une transparence partielle de la cornée implantée. »

M. *Flourens,* après avoir donné communication de cette Note, ajoute que M. Feldmann, qui est en ce moment à Paris, lui a dit avoir constaté, par un examen attentif de plusieurs yeux sur lesquels cette greffe avait réussi, la parfaite réunion des parties mises en contact, les injections passant sans difficulté de l'une à l'autre.

MM. Feldmann et Davis se proposent de soumettre prochainement au jugement de l'Académie un Mémoire dans lequel ils insisteront particulièrement sur les détails du procédé opératoire, dans l'idée où ils sont que ces expériences pourront recevoir en Chirurgie des applications utiles.

M. *Feldmann* rappelle que cette expérience a été proposée pour la première fois en 1818 par M. Reisinger; qu'elle a été tentée depuis par plusieurs chirurgiens; mais que c'est entre les mains de M. Thomé, de Bonn, qu'elle a pour la première fois réussi en 1837.

M. **Mercier** adresse quelques réclamations relatives à un Mémoire sur la cautérisation de l'urètre, lu par M. *Civiale* à l'Académie dans sa précédente séance.

Suivant M. Mercier, M. Civiale ne serait point fondé à dire qu'on suppose généralement que la lésion organique qui constitue les ré-

trécissements est une production accidentelle développée à la surface interne du canal ; presque tous les chirurgiens, au contraire, déclarant que la muqueuse, en ce point, ne présente pas une apparence sensiblement différente de celle qu'elle offre dans les autres points. M. Civiale n'aurait pas été non plus, d'après l'auteur de la Lettre, le premier à annoncer que les principales lésions organiques ont lieu en arrière de la coarctation ; à montrer que l'hypertrophie de la prostate est souvent l'effet des rétrécissements de l'urètre ; à signaler les dangers des cautérisations ; à déterminer le siége des rétrécissements.

M. Mercier joint à sa Lettre, comme pièce justificative, une brochure qu'il a publiée en 1839 et où il annonce avoir exposé plusieurs des opinions que M. Civiale présente aujourd'hui comme nouvelles.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen du Mémoire de M. Civiale.)

M. Goutt écrit à l'occasion du Rapport fait à l'Académie sur le dernier Mémoire de M. Pallas, concernant le *sucre de maïs*, et de la réclamation à laquelle ce Rapport a donné lieu de la part de l'auteur du Mémoire. Il fait remarquer que les ouvrages périodiques relatifs à l'économie rurale ont, depuis plusieurs années, publié des travaux considérables dans lesquels on signale non-seulement la présence du sucre cristallisable dans le jus des tiges du maïs, mais encore la différence qui existe dans les proportions de matière sucrée que renferme cette tige, suivant qu'on prend la plante à diverses époques de sa fructification. Il cite, en particulier, un grand travail de M. Burger inséré dans les tomes XV et XVI de la *Bibliothèque britannique* (années 1810 et 1811), un Mémoire de M. Pictet contenu dans le XVI^{e} volume de la même collection, enfin des recherches de M. Henry, de Vesoul, mentionnées dans le tome I^{er} des *Archives des Découvertes* (année 1811).

Ces différents Mémoires étaient connus des membres de la Commission qui a fait le premier Rapport sur le premier Mémoire de M. Pallas, et le rapporteur les a cités, sans d'ailleurs entrer dans des détails sur certaines parties de la question dont M. Pallas ne s'était point encore occupé à cette époque.

(Renvoi à la Commission qui a fait le Rapport sur le Mémoire de M. Pallas.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Nouvelles considérations sur l'invariabilité des grands axes.* Lettre de M. MAURICE, associé libre de l'Académie.

« Je viens de recevoir le n° 15 des *Comptes rendus* pour la séance du 10 octobre, et j'y trouve, à la page 732, une nouvelle critique du *Mémoire sur l'invariabilité des grands axes* dont je suis l'auteur, et qui a été inséré dans le même volume, aux pages 328 et suivantes.

» Sans m'arrêter maintenant à défendre le cas particulier du second ordre qui, dans cette critique, est seul attaqué, je vais plutôt appeler, dès à présent, les objections sur la démonstration du cas général que j'ai eu surtout en vue, celui où les forces perturbatrices sont d'un ordre quelconque. Je l'ai déjà succinctement exposée dans l'art. 12 de mon Mémoire, et il est évident que, dans ce cas, les termes de tous les ordres se trouveront nécessairement considérés et réunis. C'est donc à cette démonstration principale qu'il est essentiel d'adresser les objections par lesquelles on croira pouvoir justement l'infirmer.

» Ainsi, après avoir exactement résumé la marche générale et sommaire de la démonstration que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, en la supposant appliquée au cas où les forces perturbatrices sont d'un ordre quelconque, je vais ici reproduire avec précision la suite des raisonnements sur lesquels j'ai cru être fondé à l'établir.

« Le grand axe n'est pas invariable sous le point de vue périodique; » la question est de savoir s'il est invariable sous le point de vue *sécu-* » *laire.*

» Pour cela, élevons-nous *à priori* à la considération de la forme de son » expression *finie*, comme si on la possédait effectivement; et cela » dans le cas de la nature, lorsque les perturbations sont de tous les » ordres.

» On est en droit et en état de le faire, car on ne saurait douter, quelles » que soient ces perturbations, que cette expression ne doive se composer, » 1° de termes de la forme $An\{t+l\}$, s'il peut y avoir en effet des termes » *séculaires*; 2° de termes périodiques de la forme *sinus* ou *cosinus* d'arcs » tels que $Bn\{t+l\}$, qui, dans tous les cas, en feront partie. En agi-

» tant une pareille question, on peut s'en tenir à s'exprimer avec cette gé-
» néralité.

» Partons maintenant de la forme de cette valeur *finie*, et faisons emploi » de la théorie de Lagrange, dans laquelle on considère essentiellement » les éléments des orbites comme variant avec le temps; en sorte que c'est » sur ces variables nouvelles que l'on est convenu, dans cette théorie, de » transporter l'effet des perturbations.

» Dans cette hypothèse, il est évident que si l'on fait varier la valeur » finie que l'on suppose à l'axe, on obtiendra la différentielle de cet élé- » ment, et ce sera par l'examen de la valeur qu'aurait cette différen- » tielle qu'on pourra juger si l'axe peut subir en effet des variations » *séculaires*.

» Or, s'il a pu se trouver dans l'expression finie de l'axe des termes de la » forme $An\{t+l\}$, on trouvera nécessairement, dans la valeur de la dif- » férentielle de cet axe, un terme en particulier qui sera de la forme » $\frac{dl}{dt} ndt \Sigma A$, en représentant par ΣA la somme des coefficients constants » qui affectent les termes en $n\{t+l\}$, desquels naîtraient des variations » *séculaires*.

» Mais $\frac{dl}{dt} = -\frac{2a}{\mu}\frac{dR}{da}$, et, depuis trente-quatre ans, on sait qu'un terme » de cette nature ne peut absolument point faire partie de da, ou de la diffé- » rentielle du grand axe.

» Il faut donc que le terme $-\frac{2a}{\mu}\frac{dR}{da} ndt \Sigma A$ disparaisse *par lui-même* de » l'expression de cette différentielle, ce qui ne peut avoir lieu que si l'on a » $\Sigma A = 0$.

» Donc il est impossible qu'il entre dans l'expression du grand axe des » termes de la forme $An\{t+l\}$, et, par conséquent, cet axe est invariable » sous le point de vue *séculaire*.

» Mais déjà, en vertu d'une conception de génie, et en se bornant au pre- » mier ordre des masses, Lagrange a prouvé que tous les termes A sont » nuls, c'est-à-dire, encore, que $\Sigma A = 0$.

» Et de même, à la suite de calculs aussi profonds qu'habilement » conduits, Poisson a démontré qu'en considérant les quantités du second » ordre, les termes A se détruisaient tous identiquement, ou, de nouveau, » que $\Sigma A = 0$.

» La démonstration précédente vient donc aboutir, pour tous les » ordres, à une conclusion déjà fermement établie pour ceux de ces

» ordres, les deux premiers, qui donneraient les termes les plus in-
» fluents s'il pouvait s'en trouver de cette nature dans l'expression du
» grand axe.

» Enfin, et de plus, comme les termes qui seraient incompatibles avec
» l'expression de la différentielle de l'axe ne le sont point avec celle des
» différentielles des autres éléments, on voit pourquoi ces derniers peu-
» vent être altérés avec les siècles, tandis que le grand axe demeure seul
» inaltérable au travers des temps. »

» Telle est l'essence fidèle de cette démonstration générale, distribuée en une suite de propositions qui se succèdent logiquement. Si l'on réussit à en établir rigoureusement la fausseté, il est clair que celle de la démonstration elle-même s'ensuivra nécessairement.

» Je pense d'ailleurs, comme on l'a déjà vu dans mon Mémoire, que son extrême simplicité est un obstacle à ce qu'elle soit promptement adoptée : il est naturel qu'on éprouve d'abord quelque peine à se persuader qu'en effet elle suffit, et comme cela est arrivé à moi-même, je ne dois pas m'étonner des obstacles qu'elle rencontre. Mais à présent j'ai tout dit en sa faveur, et c'est à la démonstration à se défendre toute seule. »

PHYSIQUE. — *Sur les images qui se forment sur la surface d'une glace ou de tout autre corps poli, et reproduisent les contours d'un corps placé très-près de cette surface, mais sans contact immédiat.* (Extrait d'une Lettre de M. Moser, professeur à Kœnigsberg, à M. *de Humboldt.*)

« Je suis aujourd'hui dans le cas de pouvoir vous donner quelques éclaircissements sur cette image curieuse dont vous me parlez et que le célèbre sculpteur M. Rauch a vue naître sur l'intérieur d'une glace placée, pendant un grand nombre d'années, au-devant d'une gravure d'après Raphaël, mais sans être en contact avec la gravure. Je me souviens d'avoir vu moi-même quelque image semblable sur de la porcelaine, sans y avoir fait alors beaucoup d'attention; une série d'expériences et d'observations directes m'ont mis sur la voie du phénomène, qui est tellement connu des personnes qui encadrent les gravures, que toutes, à Kœnigsberg, en parlent comme d'une chose très-commune. Je trouvai déjà, dans mes premiers essais, qu'il ne faut heureusement pas un temps très-long pour produire ces images : je les obtins par les rayons invisibles sur une glace, après deux jours; je n'avais employé aucune vapeur. La glace avait une teinte plus blanche dans la par-

tie altérée par les rayons invisibles; l'image était assez distincte et facile à détruire par frottement. Dans cette première expérience il y avait contact; il fallait opérer à distance : une *planche gravée* demeura neuf jours à une distance de $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ de ligne de la glace. L'image de la partie gravée de la planche était aussi distincte sur la glace qu'au contact immédiat.

» Ces mêmes images, je les ai obtenues sur cuivre, laiton, zinc et même sur de l'or, en cinq jours; elles sont d'une grande finesse, mais faciles à détruire par le frottement. Ayant constaté déjà qu'il n'existe pas d'effet d'un certain genre de rayons qui ne puisse aussi être produit par des rayons d'une autre réfrangibilité, je devais prévoir que les phénomènes seraient les mêmes si j'employais la lumière visible dans une intensité convenable. J'ai facilement réussi à obtenir ces images, que j'appelle *images de Rauch*, au moyen de la lumière solaire, sur cuivre, zinc, argent et laiton. Occupé, dans ce moment, d'autres expériences qui m'intéressent vivement, je n'ai pu suivre le phénomène dans l'air raréfié; il est assez commun d'ailleurs de trouver des *images de Rauch* dans l'intérieur de nos montres de poche. En ôtant la capsule (le couvercle) de derrière, on trouve représentées, surtout sur les couvercles de laiton, différentes parties de l'intérieur de la montre. Ces images sont aussi blanchâtres et se détruisent par frottement; elles deviennent plus nettes, plus intenses, en soufflant dessus ou en les iodant. J'espère pouvoir vous communiquer bientôt des résultats curieux sur la transmission des rayons invisibles à travers quelques substances. »

L'Académie apprend avec un vif intérêt, par une Lettre de MM. les **Membres du Conseil de santé des Armées**, que M. le Ministre de la Guerre vient d'autoriser l'ouverture d'une souscription pour l'érection d'un monument à la mémoire de feu M. le baron *Larrey*.

M. **Archbald** qui, dans la précédente séance, avait appelé l'attention de l'Académie sur une *nouvelle méthode de raffinage pour les sucres*, méthode dont il annonçait avoir déjà fait des applications en grand, déclare aujourd'hui, ce qui n'avait pas paru résulter assez explicitement des termes de sa Lettre, qu'il n'a nullement l'intention de tenir ses procédés secrets; en conséquence, il prie de nouveau l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires qu'il puisse rendre témoins de ses expériences.

(Commissaires, MM. Biot, Dumas, Pelouze, Payen.)

M. **Cornay** écrit, à l'occasion d'une réclamation adressée récemment par

M. *Soyer,* qu'il n'a prétendu en aucune façon revendiquer l'idée de conserver des substances animales au moyen de la galvanoplastique; que l'application qu'il propose de ce procédé a pour but, non la conservation des cadavres, conservation qui doit être obtenue d'avance par un véritable embaumement, mais seulement la fabrication d'un cercueil qui reproduise les traits et toutes les formes extérieures de la personne morte.

A cinq heures, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

Au nom de la Commission qui avait été nommée à cet effet, M. **Poncelet**, Président de l'Académie, présente la liste suivante de candidats pour la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Pelletier*.

En première ligne, M. **Pariset**, secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine;

En seconde ligne, et par ordre alphabétique, MM. **Coraboeuf**, **Faivre** et **Vallée**.

La Section de Géographie et de Navigation, par l'organe de M. *Beautemps-Beaupré,* propose de déclarer qu'il y a lieu d'élire pour la place vacante par suite du décès de M. *de Freycinet*.

L'Académie, consultée par voie de scrutin sur cette question, déclare, à une majorité de 30 voix sur 31 votants, qu'il y a lieu de nommer à la place vacante.

En conséquence, la Section est invitée à présenter, dans la prochaine séance, une liste de candidats.

La séance est levée à cinq heures et demie. F.

ERRATA. (Séance du 24 octobre 1842.)

Page 803, ligne 3 en remontant, *au lieu de* $C^{84}H^{56}O^{15}$, *lisez* $C^{42}H^{28}O^{15}$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; tome XIV, 1er semestre 1842; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 17; in-4°.

Chimie organique appliquée à la Physiologie animale et à la Pathologie; par M. J. LIEBIG; traduit de l'allemand par M. C. GERHARDT; 1842; in-8°.

Histoire naturelle agricole des animaux domestiques de l'Europe; publiée par les fondateurs du *Moniteur de la Propriété et de l'Agriculture.* — Races de la Grande-Bretagne.

Note sur l'Inflammation des vaisseaux capillaires des tissus, considérée comme cause de la plupart des rétrécissements de l'urètre, du rectum, etc.; par M. MERCIER; in-8°.

Histoire comparative des Métamorphoses et de l'Anatomie des Cetonia aurata *et* Dorcus parallelipedus; *par* M. LÉON DUFOUR; broch. in-8°.

Archives de Médecine comparée; par M. RAYER; n° 1er; octobre 1842; in-4°.

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET *et* FLEURY; t. V, 17e livr.; in-8°.

Explication de l'Histoire du Puits de Grenelle, 6e publication; par M. AZAÏS; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers; n° 4, 13e année; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VIII, n° 2; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; tome II, n° 4; octobre 1842; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; tome XXIII; 15 au 30 octobre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; 10e année, octobre 1842; in-8°.

Encyclographie médicale; tome Ier, dernière livr., et tome II, 1re livr.; in-8°.

Annales d'Obstétrique des maladies des Femmes et des Enfants; par MM. ANDRIEUX *et* LUBANSKI; n° 10; octobre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; n° 10; octobre 1842; in-8°.

Histoire naturelle générale et particulière des Insectes névroptères; par M. PICTET; 1re monographie : famille des Perlides; 9e livr.; in-8°.

Académie royale de Bruxelles; Bulletin de la séance du 8 octobre 1842; n° 9, tome IX; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1841, n° 4; année 1842, n° 1er; in-8°.

On the... *Sur la structure géologique des régions centrales et méridionales de la Turquie d'Europe et des monts Ourals; par* MM. MURCHISSON, DE VERNEUIL *et* DE KEYSERLING; Londres, 1842; in-8°.

Remarks on... *Remarques sur le Tornado qui s'est fait sentir à New-Brunswick, état de New-Jersey, le* 19 *juin* 1835; *par* M. REDFIELD; New-York, 1842; in-8°.

Reply to... *Réponse à de nouvelles objections du docteur* HARE, *contre la théorie des Tornados, avec quelques faits montrant l'action en tourbillon du tornado ressenti à la Providence, au mois d'août* 1838; *par* le même. (Extrait de l'*American journal of Science and Arts;* vol. XLIII, n° 2.) In-8°.

Proceedings... *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie;* vol. Ier, nos 15 et 16; juin et juillet 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 459; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 127 à 129.

L'Expérience; n° 278.

L'Écho du Monde savant; nos 32 et 33; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

STATISTIQUE. — *Mémoire sur les lois générales de la population; par* M. **Pouillet.** (Extrait par l'auteur.)

« Ce n'est pas sans quelque embarras que je viens réclamer la bienveillante attention de l'Académie pour des recherches qui sont si étrangères à l'objet ordinaire de mes études. La science de la population forme un domaine à part, qui touche de tous côtés aux mathématiques, sans avoir presque aucun point de commun avec la physique.

» Il est vrai cependant que plusieurs physiciens se sont appliqués, à diverses époques, à en perfectionner les méthodes; mais je serais peu fondé à me prévaloir de ces exemples; c'est, et je dois l'avouer ici pour ma justification, c'est une circonstance toute fortuite qui a été la première occasion de ce travail.

» Appelé à faire partie d'une Commission qui s'impose la tâche difficile de constater les souffrances véritables de nos départements vinicoles, d'en rechercher l'origine et de découvrir, s'il est possible, un remède au mal

dont ces départements se plaignent depuis tant d'années, j'ai été conduit à examiner quelle est la partie de la population de la France qui se livre à la culture de la vigne, et à étudier les lois relatives suivant lesquelles cette population se développe et s'accroît.

» Il en est résulté un premier fait qui n'est pas sans intérêt, c'est que les 8 à 9 millions d'habitants qui sont répandus dans les départements les plus essentiellement vinicoles ne participent pas, dans la mesure commune, à l'accroissement rapide de population qui se manifeste dans le reste de la France. S'il est vrai, comme on l'admet en général, que le signe le plus certain de la prospérité d'un pays se trouve dans l'accroissement de sa population, il est permis de conclure que nos pays de vignoble éprouvent au moins un malaise relatif qui mérite la sollicitude du Gouvernement.

» Ce n'était là qu'une question bien restreinte, bien secondaire : cependant, pour la résoudre, j'ai dû consulter les nombreux documents qui ont été récemment publiés sur ce sujet, j'ai dû en examiner les bases, en discuter les conséquences; et, entraîné, en quelque sorte malgré moi, à comparer cette foule de nombres épars, qui sont donnés comme des faits isolés, sans contrôle, sans vérification, à démêler les lois suivant lesquelles ils se succèdent d'âge en âge, de génération en génération, j'ai été de proche en proche amené à constater entre ces nombres des relations fondamentales qui, je crois, n'avaient pas été remarquées; il en résulte des lois nouvelles sur la mortalité relative des deux sexes, et sur leur population relative; il en résulte aussi que toutes les tables de mortalité et tous les calculs de la vie moyenne des hommes resteront toujours imparfaits si l'on ne tient pas compte d'une cause exceptionnelle que je signale et dont je suis parvenu à exprimer l'influence par des formules qui, peut-être, pourront recevoir d'autres applications.

» C'est la suite de ces résultats, sur les principes les plus généraux de la population, que je prends la liberté de présenter à l'Académie. J'y ai été encouragé par l'intérêt particulier que l'Académie a toujours accordé à ce genre de recherches, et par la conviction que j'ai acquise que cette branche importante de l'économie sociale est arrivée au point où elle pourrait faire de plus rapides progrès si elle était moins délaissée.

» Ce Mémoire est divisé en deux parties : la première partie comprend les données numériques que j'emprunte à la *Statistique générale de la France,* aux Comptes rendus sur le recrutement de l'armée par le Ministère de la Guerre, et au Mémoire de M. Demonferrand qui a été couronné par l'A-

cadémie en 1838; au moyen de ces données, j'essaye de faire comprendre, autant qu'il est possible de le faire sans le secours du calcul, les principes sur lesquels reposent les déductions.

» La seconde partie comprend les méthodes de calcul et les formules dont j'ai fait usage.

§ I. — *Population relative des deux sexes.*

» **1.** Tous les dénombrements généraux de la population qui ont été faits en France depuis le commencement du siècle s'accordent à donner pour la population des hommes un nombre moins grand que pour la population des femmes.

» La différence est en	1801...	727 000 âmes.
	1806...	409 000
	1821...	879 000
	1831...	576 000
	1836...	620 000.

Quelle peut être l'origine de cette différence? Quelle peut être la cause des variations qu'elle éprouve?

» Les autres États de l'Europe présentent le même phénomène, des différences analogues et toujours dans le même sens.

» Il importe d'examiner si ce résultat, quoique général, tient à l'incertitude des opérations du recensement, ou à quelque cause accidentelle; il importe de reconnaître s'il exprime de véritables lois de la population relative des deux sexes, ou s'il annonce que ces lois ont éprouvé quelque perturbation particulière, dont il faudrait alors rechercher les époques et déterminer l'influence.

§ II. — *Accroissement relatif des populations des deux sexes. — Accroissement excédant de la population des hommes.*

» **2.** La population des hommes prend un accroissement plus rapide que la population des femmes : c'est un autre fait qui a été remarqué depuis longtemps. En 1832 l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* indiquait que les garçons contribuent à l'accroissement général pour un 297^e et les filles pour un 381^e; en 1842, il donne un 345^e et un 459^e.

» Ce résultat peut se présenter sous une autre forme : en considérant le tableau des mouvements de la population depuis 1801, et en prenant pour

chaque année la différence des deux accroissements particuliers des hommes et des femmes, on obtient ce que j'appelle *l'accroissement excédant* de la population des hommes; alors on remarque qu'avant 1816, l'accroissement excédant varie beaucoup et change de signe souvent, mais qu'à partir de cette époque, il devient parfaitement régulier. Sa valeur moyenne, estimée de la sorte, est par an de 23 500 âmes.

§ III. — *Loi relative de mortalité.*

» **3**. La loi des naissances relatives des deux sexes est connue depuis près d'un siècle; on sait que si elle varie d'un peuple à l'autre, elle se montre parfaitement invariable pour le même peuple. En France elle est exprimée par 1,066, qui paraît être le nombre moyen de l'Europe entière.

» Avec une telle immuabilité dans le rapport des naissances, il est au moins probable que le rapport des décès ne doit pas échapper à toute règle, à toute détermination.

» Si jusqu'à présent il s'est montré avec des valeurs sans cesse changeantes, c'est parce qu'on a employé pour l'obtenir des nombres qui n'étaient point analogues et qui devaient être soigneusement séparés.

» Lorsqu'on prend pour chaque sexe les décès moyens depuis 1816, et qu'on les rapporte à leurs populations moyennes respectives, pour les comparer ensuite, on arrive à ce résultat remarquable que le rapport des décès est exprimé exactement par le même nombre que le rapport des naissances.

» Soient P la population moyenne des hommes de 1816 à 1840, M les décès moyens, N les naissances moyennes;

» Soient P', M', N' les nombres analogues pour la population des femmes.

» On sait que

$$\frac{N}{N'} = 1,066$$

et l'on trouve pareillement

$$\frac{M}{P} \times \frac{P'}{M'} = 1,066.$$

» Voilà donc un quart de siècle pendant lequel la population de la France a été soumise à toutes les vicissitudes naturelles qui peuvent avoir de l'influence sur la mortalité : elle a eu de mauvaises récoltes, des hivers rigoureux, des pluies, des sécheresses, des épidémies; elle a eu ses émigrations

et ses immigrations ; elle a dû fournir le contingent annuel au recrutement, au service de la marine, à tous les services industriels, aux moins insalubres comme aux plus dangereux ; et, en définitive, au milieu de tous ces accidents si divers, et si diversement partagés par les deux sexes, le rapport des décès est le même que celui des naissances.

» Telle est donc la loi des mortalités relatives des deux sexes ; elle est la même que celle des naissances relatives.

» Personne assurément ne sera tenté de supposer que cette loi est moderne, qu'elle date de 1816, et qu'avant cette époque la nature demandait à l'un des sexes une plus grande proportion de victimes.

» Ainsi les lois naturelles qui règlent les naissances des deux sexes, les mortalités des différents âges et tout le mouvement des générations de notre époque, sont insuffisantes pour expliquer les faits généraux qui se manifestent aujourd'hui et que j'ai signalés précédemment, savoir : la différence numérique des populations des deux sexes et la différence de leur accroissement progressif. Il y a donc là quelque chose d'exceptionnel, quelque phénomène remarquable ; il y a sans doute une cause perturbatrice dont l'action a cessé, mais dont les effets se prolongent et doivent se prolonger encore pendant une longue série d'années. Quelle est cette cause ? A quelles époques a-t-elle exercé sa puissance ? Quelles sont les générations qui ont dû la subir ? Dans quelle mesure leur mortalité s'est-elle accrue ? et dans quel temps les traces de son passage seront-elles effacées ?

» Telles sont les questions qui se présentent et qu'il importe de résoudre pour ramener à leurs véritables principes les lois générales de la population.

» Le premier pas à faire dans ces recherches est d'examiner d'abord ce qui manque réellement aujourd'hui à la population des hommes ; car on ne peut admettre sans examen, ni l'opinion commune qui suppose que les populations des deux sexes doivent être égales, ni l'opinion de quelques auteurs recommandables qui pensent que le rapport des populations doit être le même que celui des naissances.

§ IV. — *Véritable rapport des populations relatives.*

» 4. Il y a une dépendance nécessaire entre le rapport des populations des deux sexes, le rapport des naissances et le rapport des mortalités. On peut poser en principe que le rapport des populations doit être tel

qu'il conserve la même valeur pendant que les populations se développent régulièrement.

» Désignons la population, les naissances et les décès annuels par P, N et M pour les hommes; par P', N' et M' pour les femmes.

» On aura par la loi des naissances,

$$\frac{N}{N'} = a;$$

par la loi des mortalités,

$$\frac{M}{P} \cdot \frac{P'}{M'} = a.$$

» L'année suivante, les accroissements seront N — M et N' — M'; et pour que le rapport reste le même, il faudra que l'on ait

$$\frac{P}{P'} = \frac{N - M}{N' - M'}, \text{ ou } \frac{P}{P'} = \frac{aN'}{N' - M' + aM'}.$$

Si les populations sont stationnaires, on a $N' = M'$, et par conséquent

$$P = P';$$

si les populations s'accroissent, soit $N' - M' = pN'$; on aura alors

$$\frac{P}{P'} = \frac{a}{a + p - ap},$$

et il faudrait que p fût égal à 1 pour que l'on eût $\frac{P}{P'} = a$, c'est-à-dire que les populations des deux sexes ne pourraient être dans le rapport des naissances et se conserver ainsi que dans la supposition qu'elles auraient cette valeur et qu'à partir de cet instant on cesserait de mourir.

» Tant que p restera ce qu'il est depuis longtemps, c'est-à-dire environ $\frac{1}{7}$, on voit que la population des hommes resterait un peu plus grande que la population des femmes, mais que la différence ne dépasserait pas 150 000 ou 160 000 âmes.

» Ainsi les deux populations tendent vers l'égalité; si elles y étaient parvenues, et qu'il n'y eût pas d'accroissement ultérieur, cette égalité se maintiendrait par l'effet de la loi des naissances et de la loi des mortalités; si au contraire les populations continuent à s'accroître, la population des hommes devient un peu plus nombreuse, et la différence, toujours peu

considérable, dépend de l'uniformité et de la vitesse de cet accroissement; si enfin les populations devenaient décroissantes, tout en restant sous l'influence exclusive des causes naturelles, soit par des naissances moindres, soit par des mortalités plus grandes, alors c'est la population des femmes qui deviendrait prédominante; mais la différence resterait comprise dans les limites dont nous venons de parler.

§ V. — *Appréciation de ce qui manque à la population des hommes.*

» 5. Dans le recensement de 1836, la population des hommes aurait dû avoir sur la population des femmes une supériorité de 150 000 âmes; puisqu'au contraire, elle s'est trouvée inférieure de 620 000 âmes, il est permis de conclure qu'à cette époque il manquait 770 000 âmes à la population des hommes.

» Mais, de 1816 à 1836, pendant 21 ans, la population des hommes a pris un accroissement excédant de 20 000 à 24 000 âmes par an, ou, en somme, de 420 000 à 504 000; donc, en 1816, si l'on avait fait un recensement, on aurait trouvé dans la population des hommes un *incomplet,* ou, s'il m'est permis d'employer cette expression, un *vide* au moins de 1 190 000 âmes, et au plus de 1 274 000 âmes. Nous adopterons le nombre moyen de 1 200 000 âmes.

» Le recensement de 1821 accusait un vide de 880 000 âmes. Si l'on y ajoute les 142 000 d'accroissement excédant de 1816 à 1821, et les 150 000 qui sont donnés par la loi de l'accroissement, on trouve le nombre 1 172 000, qui diffère peu du précédent. Mais le recensement de 1836 paraît plus exact que celui de 1821. Ce vide de 1 200 000 âmes en 1816 n'est pas la mesure totale de la cause perturbatrice, car il faut savoir à quelle époque elle a exercé son action pour connaître la perte réelle qu'elle a produite.

§ VI. — *Entre la naissance et la majorité, le rapport de survivance n'a pas éprouvé de changements sensibles depuis le commencement du siècle.*

» 6. Les tableaux du recrutement de l'armée font voir que si l'on rapporte à leurs naissances respectives toutes les classes de la conscription depuis 1825 à 1840, le coefficient de survivance que l'on obtient est sensiblement constant. On voit d'ailleurs, par le nombre annuel des conscriptions de 1816 à 1825, qu'assurément il n'y a pas eu de mortalité extraordinaire dans les générations d'hommes qui ont pris naissance depuis 1796.

» Ainsi c'est exclusivement sur les générations antérieures que la cause perturbatrice a pu exercer son action.

» Après avoir ainsi limité ces recherches, il est nécessaire de recourir au calcul pour les continuer.

§ VII. — *Principes sur lesquels repose le calcul qui peut donner les limites de la cause perturbatrice et indiquer sa nature.*

» 7. Je vais essayer d'exposer, avec toute la clarté que j'y pourrai mettre, l'enchaînement des principes sur lesquels repose la recherche des formules générales qui expriment les conditions du problème.

» Admettons pour un instant que les jeunes gens qui, par exemple, étaient dans leur vingtième année à l'ouverture du siècle, de 1800 à 1801, aient tout à coup disparu, soit par l'émigration, soit par une cause quelconque; et, après avoir admis cette hypothèse, qui n'a rien de réel, mais qui est propre à simplifier les raisonnements, analysons en détail l'espèce de trouble que cet événement aurait jeté dans les lois ordinaires de la population.

» 1°. Dans les années suivantes, le nombre des naissances aurait été un peu diminué, mais très-faiblement, parce qu'il y a trente ou quarante générations qui concourent aux naissances. D'ailleurs, comme d'une année à l'autre les naissances peuvent varier dans leur cours ordinaire d'un douzième ou d'un treizième, la diminution dont il s'agit n'aurait pas été apparente, et, sous ce rapport, aucun trouble ne se serait manifesté.

» 2°. Le nombre des jeunes gens de 20 à 21 ans était, en 1800, d'environ 280 000 âmes. Le recensement de 1801 aurait donc constaté dans la population des hommes un vide, un déficit de 280 000 hommes, par rapport à la population des femmes que rien n'a troublé et qui suit sa marche régulière. Le recensement de 1811 n'aurait trouvé aucun homme de 30 ans; celui de 1821 aucun homme de 40, etc., etc. Les hommes de 30, de 40, de 50 ans, etc., étant de moins en moins nombreux suivant une certaine loi, qui est exprimée par les tables de mortalité, on voit que les recensements successifs auraient constaté dans la population des hommes, des vides d'une étendue successivement décroissante suivant la même loi. Ainsi, en 1841, le vide ne serait plus que d'environ 120 000, c'est-à-dire moins de la moitié de ce qu'il était en 1801. Ce vide primitif se propagerait donc d'âge en âge, comme la génération dont il tient la place, en diminuant comme elle aurait dû diminuer, jusqu'à ce qu'enfin il s'éteigne comme elle aurait dû s'éteindre aux limites du siècle qui lui restait à parcourir.

» On comprend par-là comment le nombre des hommes qui manquent aujourd'hui à une certaine génération se trouve lié d'une manière intime à ceux qui manquaient à la même génération, aux époques antérieures, et à ceux qui lui manqueront dans les années suivantes. Ces nombres forment une chaîne continue qui s'étend pendant toute la durée d'un siècle, mais dont il suffit de saisir l'un des anneaux.

» 3°. Si, au lieu de comparer les populations des deux sexes, comme nous venons de le faire, pour constater la différence décroissante qui se manifeste entre elles, nous comparons maintenant leurs accroissements relatifs, nous verrons mieux encore la véritable origine de l'accroissement excédant des hommes, et la valeur qu'il doit prendre à diverses époques. L'accroissement de population se reconnaît, comme nous l'avons dit, par deux méthodes : par la comparaison des recensements, et par la comparaison annuelle des naissances et des décès.

» Au moyen des recensements, on voit par exemple que, dans notre hypothèse, en 1821 manquent les hommes de 40 ans, et en 1831 les hommes de 50 ans, qui sont moins nombreux que ceux de 40; l'avantage est donc pour 1831, c'est-à-dire que dans ce recensement on trouvera de plus toute la différence qu'il y a entre le nombre des hommes de 40 ans et celui des hommes de 50; cette différence est d'environ 30 000, ou moyennement de 3 000 par an dont la population des hommes semble s'accroître dans cette période, et dont elle s'accroît réellement par le seul fait du vide qui existait, et sans tenir compte de l'accroissement régulier produit par les lois ordinaires, accroissement qui peut avoir lieu pour la population des hommes comme pour la population des femmes. Telle est l'origine de l'accroissement excédant.

» La comparaison des naissances et des décès ne la découvre pas avec moins d'évidence: en effet, nous avons remarqué d'abord que les naissances de 1801 et années suivantes n'avaient pas à souffrir sensiblement de l'hypothèse que nous avons faite; lors donc que l'on viendra, en 1802, 1803, etc., comparer pour chaque sexe les naissances aux décès, on trouvera pour les femmes les résultats ordinaires; mais pour les hommes tout sera changé: la génération qui a disparu en 1800 n'a plus de morts à donner: elle en aurait fourni plus de 2 000 en 1802; l'excès des naissances sur les décès sera donc augmenté de ces 2 000 morts qui manquent et qui viendront apparaître comme un accroissement excédant de la population des hommes. De même en 1803, et dans toutes les années qui se suivent, jusqu'à la fin du siècle qui appartenait à la génération éteinte. Quatre-vingts et quelques

années seront ainsi nécessaires pour réparer la perte que nous avons supposée être faite en 1800 sur les jeunes gens de 20 ans, et en somme les accroissements successifs et variables, répétés sans intermittence pendant cette période, reproduiront le nombre qui exprimait cette perte.

» Ce second mode d'analyse a sur le premier cet avantage qu'il fait voir d'un seul coup d'œil la loi des valeurs avec lesquelles l'accroissement excédant va se manifester aux différents points de la période séculaire que nous suivons.

» Lorsqu'une même génération d'hommes passe d'âge en âge en s'avançant vers son terme, le nombre absolu des morts qu'elle donne chaque année n'éprouve pas de variations considérables depuis 20 ans jusqu'à 60: en France, il est d'abord d'environ 3 000; il diminue et se trouve réduit à 2 000 à l'âge de 40 ans, puis il augmente pour reprendre sa valeur primitive aux approches de 60 ans; mais, au delà, il croît plus rapidement: il touche à 5 000 vers l'âge de 75 ans, puis enfin il décroît de plus en plus vite dans la dernière période qui lui reste à parcourir. Puisque, dans notre exemple, l'accroissement excédant n'est que la représentation fidèle de ces morts, il est exactement soumis aux mêmes phases de grandeur, c'est-à-dire qu'il sera à peu près constant pendant les 40 premières années, puis il augmentera rapidement pendant les 15 années suivantes, ensuite il diminuera plus rapidement encore, pour bientôt disparaître.

» On comprend par-là comment l'accroissement excédant est la conséquence nécessaire d'une perte d'hommes exceptionnelle, *et vice versâ,* comment il devient le signe infaillible d'une perte de cette nature, lorsqu'il se manifeste dans les documents relatifs à la population. Bien plus, il suffit d'en connaître la valeur, pendant un certain nombre d'années, pour qu'il devienne possible, sous certaines conditions, de remonter à la perte exceptionnelle elle-même, à ce qu'elle a été à l'origine, à ce qu'elle a paru être à diverses époques.

» Cet exemple, comme nous l'avons dit, est loin de la réalité des choses: il n'est sans doute jamais arrivé, sous aucun climat, chez aucun peuple, qu'une génération tout entière disparût à la fleur de l'âge; mais la série des raisonnements que nous avons faits ne perd rien de sa force ni de sa vérité, lorsqu'on l'applique à d'autres suppositions qui se trouvent plus en harmonie avec les faits connus. Que la génération des hommes de 20 ans ait éprouvé en 1800, au lieu d'une perte totale, une perte de 140000 âmes ou de 28 000 âmes, c'est-à-dire de la moitié ou du dixième, tous les effets que nous avons essayé d'analyser se reproduiront dans une autre proportion. Le

vide fait dans la population des hommes sera moins grand, mais il suivra les mêmes lois; l'accroissement excédant sera moins considérable, mais il aura la même durée séculaire et il reparaîtra avec les mêmes valeurs relatives aux diverses périodes de son développement. En un mot la grandeur absolue des nombres sera changée, mais la liaison qui existe entre eux se conservera parfaitement identique.

» Ce que nous venons de dire d'une seule génération qui éprouve une perte extraordinaire s'applique sans difficulté à deux ou trois générations ou en général à un nombre aussi étendu ou aussi restreint que l'on voudra. Dans tous les cas, il y a toujours des relations nécessaires entre la perte particulière de chaque génération, le vide total qui se manifeste dans la population des hommes à un instant donné, et la série des valeurs variables ou constantes que l'accroissement excédant doit présenter à diverses époques. Ces relations deviennent autant de conditions essentielles qui resserrent dans des limites plus ou moins étroites le nombre des hypothèses qu'il est possible de faire pour représenter les faits observés.

§ VIII. — *Résultats de la discussion des formules générales.*

» **8.** La discussion des formules générales conduit aux conséquences suivantes :

» 1°. D'après la grandeur et la marche régulière de l'accroissement excédant depuis 1816 à 1840, il est impossible d'admettre que toutes les générations qui avaient plus de 25 ans en 1816 aient subi également les effets de la cause perturbatrice; on trouve que ce nombre de générations ne peut pas s'élever à 50, ni à 40, ni même à 30; mais qu'il est au plus de 25 et au moins de 20.

» 2°. Ces générations sont celles qui étaient nées de 1766 à 1791 ou de 1771 à 1791; cependant les résultats permettent de varier ces limites de quelques années et de descendre, par exemple, jusqu'en 1793 ou 1794.

» 3°. La première limite, celle de vingt-cinq générations, reproduirait pour 1816, 1826 et 1836 des accroissements excédants de 22000, 23500, 26700, qui sont un peu plus forts que ceux qui ont été observés; elle reproduirait d'une manière exacte l'incomplet de 1 200 000 hommes pour 1816, et alors la perte réelle et totale aurait été de 1 444 000 hommes, et par conséquent de 57 700 hommes pour chacune de ces vingt-cinq générations.

» 4°. La seconde limite, celle de vingt générations, reproduisant aussi

très-exactement l'incomplet de 1 200 000 hommes pour 1816, donnerait, pour les années 1816, 1826, 1836, des accroissements excédants de 21 200, 21 900, 24900, un peu plus faibles que ceux qui ont été observés; et alors la perte réelle et totale aurait été de 1377 000 hommes, et par conséquent de 68800 hommes pour chacune de ces vingt générations.

» 5°. Les données actuelles permettent d'apprécier avec une assez grande approximation la totalité des pertes extraordinaires, puisqu'elles la renferment entre les limites de 1380 000 hommes au moins et de 1440 000 hommes au plus; mais elles sont insuffisantes pour reconnaître quelle a été la perte véritable appartenant à chaque génération : elles ne peuvent donner qu'un résultat moyen de 68 000 à 69 000 hommes dans le premier cas, et de 57 000 à 58 000 hommes dans le second. Cependant la marche même des résultats, et d'autres indications encore, font présumer que les générations nées avant 1780 ont beaucoup moins souffert que les autres; mais la perte de celles-ci ne se trouve pas tout à fait augmentée de tout ce qui peut manquer aux pertes des premières.

§ IX. — *Nature de la cause perturbatrice.*

» **9.** Si l'on veut maintenant sortir des calculs et des nombres pour remonter aux causes elles-mêmes qui ont pu produire ces effets, l'esprit ne peut plus s'égarer dans le vaste champ des conjectures. Les diverses générations qui ont eu à souffrir, le rang qu'elles occupent dans la série des âges, les circonstances politiques, l'état de l'Europe, les témoignages de l'histoire, tout enfin s'accorde à prouver que le vide qui paraît dans la population des hommes, et dont nous avons constaté l'étendue, les limites et les lois, ne peut être attribué qu'à deux causes : l'émigration et la guerre; car, dans l'ordre des choses naturelles, aucun fléau ne s'est montré qui frappe l'un des sexes et qui épargne l'autre. Il est vrai que les données précises nous manquent pour démêler rigoureusement ce qu'il faut donner à la première de ces causes, et ce qui doit appartenir à la seconde; mais il est au moins très-présumable que les effets de la guerre l'emportent tellement sur les effets compensés des diverses émigrations, qu'il y aurait bien peu à réduire si l'on pouvait tenir compte de ceux-ci.

» De 1792 à 1815, dans cette période à jamais mémorable de l'histoire du monde, nos pertes militaires, si peu connues et si souvent exagérées, ne peuvent donc pas, prises dans leur ensemble, dépasser 1300 000 à 1400 000 hommes.

» Si les autres pays de l'Europe avaient recueilli sur la population des documents aussi complets que ceux de la France, on n'y trouverait pas assurément des preuves moins éclatantes de l'étendue des désastres que la guerre a pu causer pendant ces vingt-quatre années de luttes politiques et de conflagrations militaires.

» A Dieu ne plaise que je m'écarte des règles que se prescrit l'Académie pour venir ici faire une nouvelle apologie de la paix; mais, après avoir cherché dans les rangs de la population présente les traces si durables de nos guerres passées, après avoir indiqué une autre méthode, peut-être moins incertaine, de dénombrer, après de longues années, les morts des champs de bataille et des ambulances, qu'il me soit au moins permis d'appeler sur ce triste tableau l'attention de ceux qui prennent un véritable intérêt au sort des peuples, et surtout l'attention sérieuse de ceux qui pourraient être inconsidérément tentés de leur imposer de tels sacrifices.

§ X. — *Influence de ces résultats sur la table de mortalité des hommes.*

» **10.** Lorsqu'on essaye dans les tables de mortalité de découvrir les chances de la vie aux différents âges, on ne doit pas se proposer de reproduire fidèlement les faits qui se sont succédé dans les âges antérieurs : on doit écarter les causes perturbatrices, et ne considérer que les causes naturelles, car elles seules sont soumises à des lois permanentes. L'homme bien constitué, qui avait 20 ans pendant les guerres de l'Europe, n'avait pas assurément en sa faveur les mêmes probabilités de vie que celui qui avait 20 ans en 1825 ou en 1835. La différence toutefois était si éventuelle, si dépendante du caprice des hommes, que l'on aurait vainement tenté d'en chercher une expression probable. Ainsi, en introduisant dans les tables de mortalité les effets de la guerre, on y introduit des accidents étrangers qui en altèrent l'exactitude; la vie moyenne qui en résulte ne convient alors ni à ceux qui sont soldats, ni à ceux qui ne le sont pas : c'est une sorte de composé mixte, hétérogène, qui ne s'applique à rien, et qui n'est pas même vrai pour l'instant où il a été fait. Sans doute, dans les temps ordinaires, les décès de l'armée doivent être compris dans le mouvement général des populations, non-seulement parce qu'ils restent à peu près conformes à la règle commune, mais encore parce que le service militaire prend alors un caractère de régularité et de constance qui l'assimile à l'ensemble des causes naturelles. C'est, au reste, ce qui se trouve démontré, d'une manière irrécusable, par la loi de mortalité des hommes pendant la période

de 1816 à 1836, puisque tous les décès militaires se trouvent compris dans nos calculs, et par conséquent soumis à la loi générale. Mais quand la guerre sévit avec violence, quand, dans chaque campagne, les combats, les fatigues, les maladies, les privations moissonnent les hommes par milliers, on est bien contraint de prendre la guerre pour ce qu'elle est, pour un fléau qui trouble en même temps l'équilibre des peuples et les lois de l'humanité. Ainsi, quand la France éprouvait des pertes de 60 000 hommes par an, chaque génération, en touchant soit à sa vingt-cinquième, soit au plus tard à sa trentième année, ne comptait plus dans ses rangs que les $\frac{4}{5}$ ou les $\frac{3}{4}$ des survivants qu'elle aurait dû offrir au pays. Ne doit-on pas voir, dans cette effrayante mortalité, une funeste exception ? Que si, à toute force, on veut la ranger parmi les événements ordinaires, on conviendra du moins qu'il faudrait associer les vingt ou vingt-cinq années qui portent ce caractère à quelques centaines d'autres qui ne le portent pas, sous peine d'avoir, pour cet âge, des moyennes fausses et des résultats inapplicables. Comme cette association est impossible, on comprend qu'il y a là un principe d'erreur dont se trouvent empreintes toutes les tables de mortalité qui ont été faites en Europe depuis la révolution de 1789; parmi ces tables, les moins imparfaites sont, sans contredit, celles de M. Demonferrand: or ces tables donnent, pour la mortalité des hommes depuis 25 ou 26 ans, jusqu'à 60 ou 70 ans, des nombres qui portent la marque évidente de la cause exceptionnelle dont nous avons parlé. Dans une partie de cette période, les décès des hommes sont réduits aux $\frac{4}{5}$ des décès des femmes; ce résultat, qui pouvait paraître étonnant, trouve son explication naturelle dans ce qui précède: les décès des hommes sont ainsi affaiblis, parce que les générations qui les ont donnés avaient elles-mêmes été affaiblies par la guerre dans une proportion qu'il n'est pas permis de négliger. Il en résulte, pour tous ces âges, des vies moyennes plus longues qu'elles ne sont en effet.

» On sait combien ces recherches sont importantes : peut-être les principes et les méthodes développés dans ce Mémoire contribueront à leur donner un degré d'exactitude qu'elles n'obtiendraient jamais si l'on continuait à confondre les effets ordinaires avec les effets des causes exceptionnelles, et surtout avec les effets de la guerre, dont les traces sont encore si profondes. »

OSTÉOLOGIE. — *Recherches sur le développement des Os;* *par* M. FLOURENS. (7e Mémoire.)

ART. I. — *Rôle de la membrane médullaire, ou du périoste interne, dans la formation de l'os.*

« Je n'ai considéré jusqu'ici la membrane médullaire, ou le périoste interne, que comme organe de la résorption des os. Mais ce périoste interne est aussi organe de la formation des os; et c'est ce qu'on a déjà vu par une de mes précédentes expériences (1).

» Dans cette expérience, tout le périoste externe a été détruit sur le tibia d'un canard.

» Et tout ce périoste externe s'est reproduit.

» Mais tandis qu'il n'était pas encore reproduit, tandis qu'il n'existait pas encore, l'*action formatrice* normale du périoste interne s'est trouvée accrue, et il s'est formé un os nouveau dans l'intérieur de l'os ancien; il s'est formé un os nouveau dans l'intérieur du canal médullaire.

» Indépendamment de sa force de *résorption*, le périoste interne a donc une force de *formation*, et cette *force de formation* devient surtout évidente (parce qu'elle se trouve alors accrue), quand le périoste externe est détruit.

» Je réunis ici, sous les yeux de l'Académie, une série de pièces ou d'os qui montrent tous les progrès successifs de la formation de l'os nouveau dans l'intérieur de l'os ancien.

» Sur tous ces os, le périoste externe a été détruit, tantôt dans toute l'étendue de l'os, et tantôt dans un seul point de l'os.

» Or, lorsque le périoste externe a été détruit dans toute l'étendue de l'os, il s'est formé un nouvel os dans tout l'intérieur du canal médullaire; et lorsque le périoste externe n'a été détruit que sur un point de l'os, il ne s'est formé un nouvel os que sur le point correspondant de l'intérieur du canal médullaire.

» La pièce n° 1 est la moitié du tibia gauche d'un canard. L'animal n'a été soumis à aucune expérience, l'os n'a subi aucune opération, et le canal médullaire est, par conséquent, à l'état normal. On voit dans ce canal

---

(1) Voyez les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XIII, p. 681.

médullaire, très-large, une membrane médullaire (ou périoste interne) très-développée.

» Cet os *à l'état normal* est placé ici pour servir de terme de comparaison relativement aux os qui suivent, os dans lesquels le canal médullaire se montre de plus en plus *obstrué* par un os nouveau.

» Les pièces n^{os} 2 et 3 sont les deux moitiés du tibia droit d'un canard. Le périoste externe n'avait été détruit que sur la portion moyenne de l'os. Aussi le canal médullaire ne commence-t-il à s'oblitérer, par suite d'une nouvelle *production osseuse*, que dans le point correspondant à la région moyenne.

» L'animal a été tué six jours après l'opération.

» Il faut étudier sur les deux pièces que je décris ici le périoste externe à la région moyenne de l'os, c'est-à-dire à la région même où il avait été détruit et où il s'est reproduit.

» On voit là ce périoste nouveau très-gonflé, très-développé, comme le périoste l'est toujours, lorsqu'il est nouvellement reproduit. On l'y voit, de plus, détaché de l'os ancien, auquel il ne tardera pas à se rattacher.

» A l'intérieur de l'os, on voit (toujours à la région moyenne) le canal médullaire qui commence à s'oblitérer par l'*accroissement en épaisseur* des parois de l'os ancien.

» Je dis *accroissement en épaisseur* : l'os nouveau qui, dans les expériences qui m'occupent en ce moment, se forme dans le canal médullaire de l'os ancien, se forme toujours en effet par couches régulièrement déposées sur la face interne de l'os ancien. Les parois de cet os ancien ne font ainsi que s'*accroître en épaisseur*.

» Enfin, par-delà la région moyenne, c'est-à-dire en allant de cette région moyenne vers chaque extrémité de l'os, on voit le canal médullaire à l'*état normal*, avec toute sa largeur ordinaire, avec sa membrane médullaire complétement développée.

» Les pièces 4 et 5 sont les deux moitiés du tibia droit d'un canard. Le périoste a été détruit partout, hors à la région supérieure de l'os; et le canal médullaire est à peu près oblitéré partout, hors à sa région supérieure.

» L'animal a survécu sept jours à l'expérience.

» Les pièces 6 et 7, les pièces 8 et 9 reproduisent, à quelques légères différences près, les faits que je viens de décrire sur les pièces 4 et 5, 2 et 3.

» Ainsi donc, d'une part, la destruction du périoste externe est toujours suivie de l'oblitération du canal médullaire par suite d'une production os-

seuse nouvelle; et, d'autre part, les points oblitérés du canal répondent toujours par leur position à la position des points du périoste externe détruits.

» La membrane médullaire de l'os, le périoste interne, a donc une force propre de formation; et, comme je le disais en commençant ce Mémoire, cette force est surtout évidente (parce qu'elle se trouve alors accrue) quand on a détruit le périoste externe.

» Deux forces concourent donc à la formation de l'os: la force du périoste externe, et la force du périoste interne.

» Dans l'état normal, dans l'état ordinaire, l'action de chacune de ces deux forces garde ses limites propres : le périoste externe produit ou répare sans cesse l'os extérieur; le périoste interne produit ou répare sans cesse l'os intérieur, le tissu spongieux de l'os.

» Dans l'état ordinaire, il se fait donc une sorte de contrebalancement entre ces deux forces.

» Mais si l'on détruit le *périoste interne*, la force, dès lors accrue et seule en action, du *périoste externe* produit tout un os nouveau à l'*extérieur* de l'os ancien; et si l'on détruit, au contraire, le *périoste externe*, la force, dès lors accrue et seule en action, du *périoste interne* produit tout un os nouveau à l'*intérieur* de l'os ancien.

» Le périoste interne, la membrane médullaire, a donc une force formatrice ou de production.

ART. II. — *Expériences mécaniques concernant le développement des os en grosseur.*

» Les expériences faites avec la garance nous ont appris que les os *se développent en grosseur* par couches successives et superposées.

» Les expériences que je vais décrire sont, relativement à ce point, plus décisives encore.

» J'ai rapporté, dans un de mes précédents Mémoires, une belle expérience de Duhamel.

» Duhamel entoura d'un fil d'argent le tibia d'un jeune pigeon. Au bout de quelque temps, l'anneau de fil d'argent, qui d'abord entourait l'os, se trouva entouré par l'os et contenu dans le canal médullaire.

» Les expériences qui suivent ont été faites à l'imitation de celle de Duhamel. J'ai entouré d'un fil de platine divers os longs sur plusieurs animaux, sur des chiens, des lapins, des cochons d'Inde, etc.; et voici ce que j'ai observé.

» La pièce n° 19 de la seconde série des pièces que je présente à l'Académie est le tibia droit d'un jeune lapin (1).

» Sur cet animal, on a d'abord entouré le tibia d'un fil de platine, placé immédiatement sur le périoste. On a laissé ensuite l'animal survivre pendant vingt-huit jours à l'expérience. Après ces vingt-huit jours, il a été tué.

» On voit, à peu près vers le milieu de l'os, l'anneau de fil de platine; et l'on voit de plus que cette anneau, dans certains points, recouvre ce qui reste encore du périoste ancien, et, dans d'autres points, est recouvert par un périoste nouveau.

» Ainsi, et c'est là le premier point à noter, le périoste qui se forme, se forme par-dessus celui qui est déjà formé; le périoste nouveau se forme par-dessus l'ancien.

» La pièce n° 20 est le tibia droit d'un second lapin opéré le même jour que le précédent, mais qui n'a été tué que trente-huit jours après l'expérience.

» Ici, non-seulement l'anneau de platine est recouvert tout entier par le périoste, mais il est recouvert, de plus, dans une certaine étendue, par une couche osseuse.

» Ainsi, et c'est là le second point à noter, le nouvel os, l'os qui s'est formé depuis l'application de l'anneau, ce nouvel os s'est formé par-dessus l'anneau; encore une fois, l'os se forme donc par couches externes et superposées.

» La pièce n° 21 est le tibia droit d'un troisième lapin opéré le même jour que les deux précédents, mais qui a survécu quarante-trois jours à l'expérience.

» L'anneau de platine est déjà recouvert, et dans une étendue déjà plus grande que sur la pièce n° 20, par de nouvelles couches osseuses (2).

» Enfin, les deux pièces qui suivent (les pièces 22 et 23) appartiennent au tibia d'un quatrième lapin.

» L'animal a survécu cinquante-trois jours à l'expérience. Aussi l'anneau de fil de platine est-il recouvert par une portion d'os nouveau,

---

(1) Les lapins sur lesquels ont été faites ces expériences, étaient âgés d'un mois et demi à deux mois.

(2) Ces couches sont seulement un peu plus minces que sur la pièce précédente. Je l'ai déjà dit : la rapidité de l'ossification, même à égalité d'âge, varie toujours un peu d'un individu à un autre.

beaucoup plus étendue et beaucoup plus épaisse que sur les deux derniers lapins.

» Les pièces n^{os} 22 et 23 sont les deux moitiés du tibia. L'os a été scié en long.

» On voit, sur la coupe de chaque moitié, le bout de l'anneau qui a été scié avec l'os.

» Les pièces 16 et 17 appartiennent au tibia droit d'un cochon d'Inde.

» L'os a été entouré d'un fil de platine

» Cela fait, l'animal a été soumis immédiatement au régime de la garance; le vingt-quatrième jour de l'expérience, il a été tué.

» Tout l'anneau est déjà recouvert par de nouvelles couches osseuses.

» Les pièces 16 et 17 sont les deux moitiés de l'os scié en long.

» On voit, sur la coupe de chaque moitié, et à peu près dans le milieu même de l'épaisseur de l'os, les bouts de l'anneau qui a été scié en long.

» Ainsi donc on ne peut plus conserver aucun doute : l'expérience faite avec un fil métallique parle comme l'expérience faite avec la garance.

» Le nouvel os, l'os qui n'existait pas lorsque l'anneau a été placé, se forme par-dessus l'anneau; l'os se forme donc par couches externes et superposées.

» Une seule objection pourrait être faite, et cette objection nous ramènerait à l'idée de Duhamel.

» Duhamel ayant vu, dans cette belle expérience que je reproduis ici par les miennes, l'anneau qui d'abord recouvrait l'os, recouvert ensuite par l'os, supposa que les fibres de l'os, *en s'étendant,* s'étaient rompues vis-à-vis de l'anneau, et qu'après s'être rompues, elles s'étaient rejointes.

» Il suffit d'examiner avec quelque soin les pièces que je viens de décrire pour se convaincre qu'il n'y a eu ni *extension,* ni *rupture,* ni *rejonction* des fibres osseuses.

» Sur ces pièces, on voit l'os, dans les endroits où il est encore recouvert par l'anneau, parfaitement lisse, poli, sans aucun indice de rupture quelconque; et, dans les endroits où il est déjà recouvert par des lames osseuses, on voit que ces lames sont de formation nouvelle.

» Mais enfin, comme l'objection que j'examine en ce moment est la seule qui puisse être faite, j'ai eu recours à des expériences qui me paraissent la résoudre d'une manière encore plus complète.

» Voici quelles ont été ces expériences :

» En même temps que j'entourais, sur un animal, un os long d'un anneau de fil de platine, je faisais sur ce même animal l'amputation de l'os correspondant du côté opposé, et cet os du côté opposé, qui devait me servir de terme de comparaison, était conservé.

» Puis l'animal était abandonné à lui-même, et tué au bout d'un temps plus ou moins long.

» Or, les résultats que m'ont donnés ces nouvelles expériences ne font que reproduire les résultats que m'avaient donnés toutes les autres. Il est donc prouvé que l'os ne *se distend point,* qu'il ne *se rompt point,* et que tout l'os nouveau se forme *par-dessus* l'os ancien.

» La pièce n° 14 est le tibia droit d'un cochon d'Inde.

» Ce tibia a été entouré d'un fil de platine. En même temps on a amputé le tibia du côté opposé, et ce tibia opposé a été conservé. Il forme ici la pièce n° 15.

» L'animal ainsi opéré a survécu douze jours à l'expérience, et pendant ces douze jours il a été soumis au régime de la garance. Au bout de ces douze jours il a été tué.

» Examinons le tibia qui a été soumis à l'expérience. Vers le milieu de l'os est un bourrelet ou renflement circulaire formé par l'os nouveau ; et, depuis la tête de l'os jusqu'à ce bourrelet, tout est rouge.

» Où finit ce bourrelet se trouve l'anneau de platine. Enfin, six ou huit millimètres au-dessous de l'anneau, l'os a été rompu de manière à laisser voir l'os ancien, qui est parfaitement blanc.

» Sur cette pièce, on voit donc tout l'os nouveau, marqué par ce qui est rouge, et tout l'os ancien, marqué par ce qui est blanc.

» Or, que l'on compare le bout rompu de la portion blanche de cette pièce, c'est-à-dire le bout rompu de l'os ancien, avec le point correspondant de la pièce placée dans le même bocal, pièce qui est le tibia du côté opposé (1), et l'on trouvera que le diamètre des deux os, aux points correspondants, est exactement le même.

» Ainsi, dans cette expérience, tout l'os nouveau est parfaitement distinct de tout l'os ancien.

» Tout l'os nouveau est rouge; tout l'os ancien est blanc.

» Tout l'os nouveau est par-dessus l'anneau, tout l'os ancien est par-dessous l'anneau.

---

(1) Tibia qui, comme je l'ai déjà dit, a été amputé au moment même où celui-ci a été entouré d'un anneau, et qui a été conservé.

» Enfin, cet os ancien a le même diamètre que l'os du côté opposé, lequel a été amputé le même jour qu'on entourait celui-ci d'un anneau, et offre par conséquent un terme de comparaison sûr.

» Or, si, d'un côté, le diamètre de l'*os ancien*, lequel se reconnaît et à sa couleur, et à ce qu'il est entouré par l'anneau, est le même que celui de l'*os amputé*, cet *os ancien* ne s'est donc point *étendu*; il n'y a donc point eu *extension* de ses lames.

» Et si, d'un autre côté, il y a par-dessus cet *os ancien*, et dont l'anneau qui l'entoure marque la limite propre, s'il y a, dis-je, par-dessus cet *os ancien* des couches osseuses qui sont plus tendres, des couches qui sont rouges, comme le demande le dernier régime auquel l'animal a été soumis, n'est-il pas évident que ces couches plus tendres, que ces couches rouges, que ces couches placées par-dessus la portion d'os entourée de l'anneau, que ces couches placées par-dessus l'anneau, sont les couches nouvelles?

» L'os se forme donc par couches, par couches externes, par couches superposées.

Art. III. — *Expériences mécaniques concernant le développement des os en longueur.*

» J'ai rapporté, dans un autre Mémoire, deux belles expériences, l'une de Duhamel, l'autre de J. Hunter.

» Duhamel perça le tibia d'un jeune poulet de plusieurs trous. Au bout d'un certain temps l'os s'était allongé, mais il ne s'était allongé que par ses extrémités : la position relative des trous n'avait point changé.

» J. Hunter fit sur le tibia d'un jeune cochon deux trous. Au bout d'un certain temps, l'animal s'était beaucoup accru; son tibia s'était notablement allongé; mais la distance entre les deux trous était restée la même.

» J'ai pratiqué sur le tibia de plusieurs lapins deux trous.

» L'intervalle entre ces deux trous a été mesuré très-exactement.

» Et, en même temps que je perçais ainsi le tibia d'un côté de deux trous, j'amputais le tibia du côté opposé, et je le conservais pour que, lorsque le moment en serait venu, il pût me servir de terme de comparaison.

» La pièce n° 2 de la troisième série de pièces que je présente, est le tibia gauche d'un lapin.

» Ce tibia a été détaché du corps par amputation le jour même où l'on pratiquait deux trous, à intervalle exactement mesuré, sur le tibia droit.

» La pièce n° 1 est le tibia droit. Vers le milieu de l'os, se voient les

deux trous dont je parle et les petits clous d'argent que j'y avais enfoncés.

» L'animal a survécu vingt-huit jours à l'expérience.

» Or, quand l'expérience a été faite, il y avait entre les deux trous $0^m,022$ de distance; et au moment où l'animal a été tué, il n'y avait entre les deux trous que $0^m,022$ de distance.

» L'intervalle entre les deux trous était donc resté le même.

» Et cependant l'animal s'était sensiblement accru; le tibia, en particulier, s'était allongé de $0^m,012$.

» Le tibia n° 2 offre la longueur au moment de l'expérience. Cette longueur est de $0^m,068$.

» Le tibia n° 1 offre la longueur à la fin de l'expérience. Cette longueur est de $0^m,080$.

» La pièce n° 4 est le tibia gauche d'un lapin. Ce tibia a été amputé le jour même où l'on a pratiqué deux trous sur le tibia droit.

» La pièce n° 3 est le tibia droit. Vers le milieu de l'os sont les deux trous et les clous d'argent enfoncés dans ces trous.

» L'animal a survécu cinquante-trois jours à l'expérience.

» Au bout de ce temps, le tibia soumis à l'expérience, comparé au tibia amputé, se trouve à peu près d'un tiers plus long.

» Le tibia amputé au moment de l'expérience a $0^m,063$ de longueur.

» Le tibia conservé a, à la fin de l'expérience, $0^m,094$.

» L'intervalle entre les deux trous était de $0^m,020$ au commencement de l'expérience; il est, à la fin de l'expérience, de $0^m,020$.

» La pièce n° 6 est le tibia gauche d'un lapin, le tibia amputé au moment de l'expérience.

» La pièce n° 5 est le tibia droit du même lapin, le tibia soumis à l'expérience.

» L'animal a survécu quatre-vingt-sept jours à l'expérience.

» Le tibia amputé au commencement de l'expérience, a $0^m,066$ de longueur.

» Le tibia conservé a, à la fin de l'expérience, $0^m,104$ de longueur.

» La différence de longueur entre les deux tibias est donc de $0^m,038$, c'est-à-dire de plus d'un tiers.

» Et cependant l'intervalle entre les deux trous qui, au commencement de l'expérience, était de $0^m,020$, est de $0^m,020$ à la fin de l'expérience.

» Les expériences mécaniques parlent donc encore ici comme les expériences par la garance. Quand on pratique deux trous sur un os, et qu'on laisse l'animal survivre pendant un certain temps à l'expérience, l'inter-

valle entre ces deux trous reste le même, et cependant l'os s'allonge. L'os ne s'allonge donc que par ses extrémités : il ne croît en longueur que par couches terminales et juxtaposées.

Art. IV. — *Mécanisme de la reproduction du périoste.*

» Le périoste se reproduit par couches externes et superposées.

» Les expériences mécaniques, faites au moyen d'un fil de platine passé autour du périoste, le prouvent avec évidence.

» Dans ces expériences, l'anneau est placé par-dessus le périoste, et l'on voit encore ce périoste ancien sous l'anneau, que déjà un périoste nouveau se forme par-dessus cet anneau et le recouvre.

» La pièce n° 19 de la seconde série des pièces que je présente, montre, sur un point de l'os, l'ancien périoste recouvert par l'anneau; et, sur un autre point, le périoste nouveau recouvrant déjà l'anneau.

» Le fait que le périoste recouvre l'anneau est de toute évidence sur les pièces 19, 20, 21, 22 et 23.

» Mais le périoste ancien, pressé par l'anneau, aurait pu, dira-t-on, se rompre et se rejoindre ensuite par-dessus l'anneau.

» La pièce 19 lève toute espèce de doute à cet égard.

» Là le périoste ancien subsiste, il n'est point rompu, et un autre périoste, c'est-à-dire un périoste nouveau, recouvre l'anneau.

» Le périoste se forme et se produit donc par couches externes et superposées.

» En terminant ce Mémoire, je me fais un devoir, ou plutôt un plaisir, de dire que M. J. Guérin m'a montré, il y a quelques jours, de fort belles pièces d'anatomie pathologique sur lesquelles on démêle très-nettement l'action formatrice du périoste interne, rendue manifeste par l'action du rachitisme.

» Je dois dire aussi que M. le docteur Rognetta m'a communiqué, peu après la lecture de mon dernier Mémoire, un travail très-étendu sur la *membrane médullaire*, travail qu'il a publié dans la *Gazette des Hôpitaux*, et dans lequel, par le rapprochement savant d'un grand nombre de faits, il jette un véritable jour sur le rôle que joue cette membrane dans la nutrition des os, et plus particulièrement encore dans plusieurs de leurs maladies. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Dépression du niveau de la mer Morte.* (Extrait d'une Lettre de M. **Alderson**, communiquée par M. le capitaine *Washington* à M. *de Humboldt.*)

« Le capitaine Washington a communiqué à M. de Humboldt, pendant son dernier séjour en Angleterre, au mois de janvier 1842, l'extrait d'une Lettre de M. Alderson adressée à la Société royale de Géographie de Londres, renfermant une Notice intéressante de l'opération trigonométrique faite récemment pour vérifier la dépression si souvent contestée du niveau de la mer Morte, relativement au niveau de la Méditerranée, près de Jaffa.

» Le lieutenant Symond, de la marine royale britannique, officier très-accoutumé à faire des relèvements précis, mande de Jaffa, le 28 novembre 1841, qu'il vient de terminer sa triangulation de la partie australe de la Syrie, en employant un excellent théodolite de 7 pouces de diamètre, reçu récemment d'Angleterre. « J'ai réussi, dit le lieutenant Symond, à dé-
» terminer les niveaux respectifs de la Méditerranée et de la mer Morte :
» je trouve le niveau de cette dernière, de 1607 pieds anglais (489 mètres
» ou 251 toises) plus bas que la maison la plus élevée de Jaffa.

» J'ai encore à réduire le faîte de cette maison, et Jaffa même, au ni-
» veau de la Méditerranée, et je pense que définitivement ce niveau sera
» trouvé supérieur au niveau de la mer Morte, à peu près de 1400 pieds
» anglais (427 mètres ou 219 toises), ce qui est le double (?) de la différence
» qu'on a admise jusqu'ici. J'ai lieu d'être satisfait de la précision d'une
» opération dont les différentes parties offrent un accord parfait, et dont
» je vais envoyer bientôt tous les détails en Angleterre. »

» MM. Symond et Alderson ont terminé la mesure d'une grande base près de Saint-Jean-d'Acre, et le premier de ces officiers a été employé par le gouvernement anglais à relever trigonométriquement le pays, depuis le cap Blanc jusqu'à l'est du Jourdain et à la mer Morte.

» Il sera utile de rappeler, à cette occasion, que l'opération trigonométrique du lieutenant Symond tend à confirmer la mesure barométrique dont le savant voyageur de Nubie, de Palestine et de l'Asie-Mineure, M. Russegger, a publié tous les détails dans les *Annales de Physique de Poggendorf* (1841, n° 5, page 186). M. Russegger avait trouvé :

» *Au-dessous* du niveau de la Méditerranée, le niveau des eaux de la *mer Morte,* — 435 mètres (— 223 toises);

» Le niveau du *lac Tibérias,* — 203 mètres (— 104 toises);

» *Jéricho,* — 210 mètres (— 108 toises).

» M. Russegger avait trouvé, *au-dessus* du niveau de la Méditerranée :

» *Hébron,* + 924 mètres (+ 474 toises);

» *Jérusalem,* au couvent des Francs, + 805 mètres (+ 413 toises);

» *Bethléhem,* + 824 mètres (+ 423 toises).

» Le calcul de ces observations barométriques n'a pu être fondé sur des observations correspondantes faites à la fois au bord de la Méditerranée, à Jérusalem et au niveau de la mer Morte; mais le baromètre est revenu à chacune de ces trois stations, et le peu de changements que la hauteur de la colonne de mercure a éprouvés aux mêmes stations, à différentes époques, paraît prouver que là où il s'agit d'une si énorme dépression du niveau des eaux dans la crevasse ou vallée de la mer Morte, le défaut d'observations barométriques correspondantes ne peut pas avoir causé des erreurs numériques très-graves. La dépression du niveau de la mer Caspienne, que, par une première opération barométrique, M. Parrot fils avait crue de plus de 300 pieds, a été réduite, par la grande opération trigonométrique de MM. Fuss, Sawitsch et Sabler, à — $24\frac{6}{10}$ mètres, ou $12\frac{7}{10}$ toises.

Comparaison avec des mesures plus anciennes.

» Des déterminations du degré d'ébullition de l'eau qui, pour être exactes, exigent beaucoup de soin, des mesures barométriques qui malheureusement n'étaient pas correspondantes, ont donné, avant le voyage de M. Russegger, pour la dépression du niveau de la mer Morte, des résultats qui oscillaient entre 178 et 374 mètres. Le premier de ces chiffres était le résultat de l'évaluation thermométrique de MM. Moore et Beek (*Journ. of the Geogr. Soc.,* vol. VIII, p. 250). M. Callier, en discutant les hauteurs barométriques de M. de Berton, s'arrêtait à 419 mètres (*Nouv. Annales de Voyages,* vol. I, 1839, n° 8). Le professeur Schubert, de Munich (*Voyage en Orient,* en allemand, vol. III, p. 87), trouva barométriquement pour le lac Tibérias — 175 mètres, pour la mer Morte au moins 194 mètres; il dit que cette dernière évaluation n'est pas le résultat d'une mesure directe, le vide de Torricelli se trouvant dans son baromètre de voyage entièrement rempli par la colonne de mercure, lorsqu'il descendit au bain des Pèlerins à la mer Morte. M. Russegger trouve barométriquement — 435 mètres (presque le chiffre de M. Callier). Il a observé en novembre et dé-

cembre 1838 le baromètre pendant quinze jours à Jaffa, à Jérusalem et à la mer Morte. Retournant à Jérusalem en venant de la mer Morte après seulement trois jours d'absence, le baromètre n'avait changé que de 1 $\frac{8}{10}$ millimètre. La mesure trigonométrique du lieutenant Symond, en 1841, donne —427 mètres. Il n'y a, par conséquent, entre l'évaluation de M. Callier et les mesures barométriques et trigonométriques de MM. Russegger et Symond, qu'une différence de 18 mètres. »

(Traduction d'une Note que M. DE HUMBOLDT a publiée à Berlin, en mars 1842.)

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur une chute extraordinaire de grêle; par* M. PETIT.

« Le mercredi soir, 7 septembre dernier, de Lombez à Muret, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 4 myriamètres et sur une largeur de 1 myriamètre, il est tombé des grêlons d'une grosseur prodigieuse. La chute de ces grêlons dura de cinq à six minutes; pendant les deux ou trois premières minutes, ce furent d'abord des grêlons présentant la forme d'un *segment sphérique*. Le diamètre de la sphère était d'environ 5 *centimètres*, et la hauteur du segment de 4 à 3 $\frac{1}{2}$ centimètres.

» Après quelques instants d'interruption, les petits grêlons furent suivis de grêlons beaucoup plus considérables. Ceux-ci avaient la forme d'un *ellipsoïde de révolution autour du plus grand diamètre*. Longueur de ce diamètre, 6 *centimètres environ;* longueur du petit diamètre, de 4 à 5 centimètres. On prétend qu'à Muret on en a trouvé qui pesaient 80 grammes, et à Lombez, 203 grammes; mais il est probable que ces derniers étaient une agglomération de grêlons.

» Les grands comme les petits grêlons étaient généralement formés de couches alternativement opaques et diaphanes. Dans plusieurs d'entre eux le noyau central diaphane avait la forme d'un croissant, les couches opaques paraissaient formées par l'agglomération de petits morceaux de grésil, dont le diamètre était d'environ 2 ou 3 millimètres. Cela était surtout apparent sur la couche extérieure, ordinairement opaque et formée de petits grêlons accolés les uns aux autres comme les pierres d'une voûte.

» Les couches concentriques superposées étaient, en général, au nombre de cinq ou six. Le jeudi matin, à neuf heures, on trouvait encore par terre des grêlons de 5 ou 6 centimètres de diamètre. Toute la jour-

née du mercredi le ciel avait été beau et le vent au sud-est. A Muret, et dans tous les lieux où l'orage se fit sentir, les briques qui recouvraient les toits furent presque entièrement brisées. Cette grêle fut accompagnée en quelques lieux d'une averse considérable. »

M. **Ramon de la Sagra** met sous les yeux de l'Académie *deux cartes de Cuba*, dont l'une, destinée à accompagner l'ouvrage qu'il publie sur cette colonie, représente l'état actuel de l'île, tandis que l'autre, dressée par M. *de la Torre*, offre les divisions territoriales qui existaient à l'époque de l'arrivée des Espagnols, et présente, de plus, l'itinéraire de Colomb dans son premier voyage. Les renseignements d'après lesquels cette dernière carte a été composée sont puisés, en partie, dans des documents restés jusqu'à ce jour inédits, et que M. de la Sagra a publiés dans l'Appendice de son ouvrage.

RAPPORTS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Rapport sur l'utilité des instruments demandés à M. le Ministre de l'Instruction publique par* M. **de Castelnau**, *pour un voyage d'exploration dans la partie centrale de l'Amérique du Sud.*

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Babinet rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Arago, M. Mathieu et moi (M. Babinet), de lui faire un Rapport sur l'*utilité* des instruments de géographie, de magnétisme et de météorologie demandés au Ministre de l'Instruction publique par M. de Castelnau pour un voyage d'exploration dans la partie centrale de l'Amérique du Sud. Ce Rapport est réclamé par le Ministre pour fixer son opinion sur la convenance qu'il y aurait de fournir à ce voyageur la somme nécessaire à l'acquisition de ces instruments.

» Dans l'itinéraire tracé à M. de Castelnau, et sur lequel l'Académie n'est point appelée à se prononcer, on voit que l'expédition, partant de Rio-Janeiro, traversera toute l'Amérique du sud, en suivant à peu près la ligne de partage entre les eaux qui se rendent aux nord, et principalement dans l'Amazone, et celles qui coulent vers le sud et qui se réunissent dans la Plata. Après avoir atteint Lima et exploré quelques contrées voisines, le retour aura lieu par un des affluents occidentaux de l'Amazone, par l'Amazone même, et enfin par la Guyane française.

» Dans la première partie de cet immense trajet continental, de Rio-Ja-

neiro à Lima, l'expédition se trouvera dans un tel voisinage de la position présumée de l'équateur magnétique (ligne sans inclinaison), qu'il lui sera facile de le couper en plusieurs points convenablement espacés pour permettre de tracer désormais sans incertitude cette importante ligne magnétique au travers de l'un des deux grands continents où sa marche est encore inconnue. En effet, c'est, d'une part, depuis l'embouchure de la mer Rouge, près d'Aden, de Socotora, jusqu'à sa sortie d'Afrique vers l'île de Saint-Thomas dans le golfe de Guinée, sur une étendue de 30 degrés, que nous ignorons tout ce qui concerne l'équateur magnétique; et, d'autre part, c'est depuis Saint-Georges, près de Bahia, entre Rio-Janeiro et Olinda, et Truxillo, entre Payta et Lima, sur une étendue de plus de 40 degrés, que cet équateur est tracé actuellement au hasard, sans aucune observation directe qui puisse autoriser sa figure ou sa direction. La question de savoir si cette position continentale influe sur sa courbure reste donc tout entière, et dans les siècles futurs où cette portion de l'équateur magnétique se transportera au milieu du vaste océan Pacifique, il sera curieux de savoir, d'après les observations recueillies dans notre siècle, si ce déplacement est accompagné d'une déformation qui dépende de la nature de la surface terrestre qu'il traversera alors.

» Les variations diurnes de l'aiguille aimantée pour un observateur qui, pendant plusieurs années, aura le soleil tantôt au nord, tantôt au sud, ne peuvent être, théoriquement et pratiquement, que fort intéressantes à étudier.

» Il en sera de même de la ligne d'intensité minimum si difficile à suivre à la mer, et qui, partant du midi de l'équateur magnétique dans les parages de Sainte Hélène, semble, d'après les observations les plus récentes, remonter rapidement vers l'équateur terrestre, et par suite devoir aller couper l'équateur magnétique dans l'intérieur du continent américain.

» La géographie des contrées que doit traverser M. de Castelnau ne présente pas moins de lacunes que le magnétisme terrestre. Le cours des rivières, leur origine, leurs affluents, le point de partage des eaux, les chaînes de montagnes même; en un mot la géographie, la géodésie et la topographie des plus importantes localités, laissent immensément à désirer, si du moins on s'en rapporte au peu d'accord, dans cette partie du continent, des cartes les plus estimées que votre Commission ait pu consulter.

» La météorologie d'un pays situé entre l'équateur et le tropique méridional, sujet aux saisons de pluies qui forment, à la lettre, de l'Amazone

grossie de ses immenses affluents une mer d'eau douce, les vents dominants, l'hygrométrie, les influences des localités et des météores sur la nature végétale et animale dans cette vaste contrée, pendant un long espace de temps, promettent au zèle des observateurs français et à la science une ample moisson de faits curieux et de découvertes.

» Il reste à examiner deux points importants, les difficultés matérielles d'un voyage d'exploration au travers d'une contrée peu connue, et le pénible travail préliminaire indispensable pour se rendre familier l'usage des instruments demandés. Quant au premier point, M. de Castelnau, dans l'Amérique du Nord, ayant déjà parcouru plus de 6000 lieues au travers de contrées et de peuplades qui présentaient des obstacles analogues à ceux de l'Amérique du Sud, le choix de ce voyageur semble offrir toutes les chances possibles de succès; et, de l'autre, il est évident que pour une entreprise d'une telle importance, M. de Castelnau, qui dans ses courses transatlantiques a déjà appris à manier les instruments nautiques, ne partira qu'après avoir pris à l'Observatoire de Paris toutes les instructions nécessaires à un voyage où sa réputation et son avenir scientifique non moins que sa sûreté personnelle sont si honorablement et si gravement intéressés.

» Sans engager l'Académie à accepter aucune responsabilité sur le plan du voyage prescrit à l'expédition, voici, *comme conclusions*, la liste des instruments que votre Commission juge utiles aux observations de M. de Castelnau, et qu'elle vous propose d'engager M. le Ministre à lui accorder.

» 1°. *Magnétisme.* — Une boussole d'inclinaison; une boussole d'intensité; une boussole de variations diurnes; un instrument simple pour la déclinaison prise approximativement.

» 2°. *Géographie.* — Un sextant ou un cercle de réflexion; un horizon artificiel; une lunette pour les éclipses et occultations; deux chronomètres.

» 3°. *Météorologie.* — Trois baromètres; deux hygromètres à cheveu; vingt thermomètres, dont plusieurs pourront servir à l'hygrométrie; deux pluviomètres; un anémomètre; un électroscope et autres petits appareils.

» 4°. *Histoire naturelle.* — Un aréomètre-balance; un microscope; un daguerréotype; un céphalomètre, et d'autres appareils appropriés aux besoins de l'histoire naturelle. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un Académicien libre en remplacement de feu M. *Pelletier.*

La liste de candidats présentée par la Section porte :

En première ligne le nom de M. Pariset ;

En seconde ligne, et par ordre alphabétique, les noms de MM. Coraboeuf, Faivre et Vallée.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Pariset obtient	42	suffrages.
M. Coraboeuf	5	
M. Faivre	5	
M. Vallée	1	

M. **Pariset**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la mesure du travail des machines marines, et sur la résistance des coques de bateaux à vapeur; par* M. **Colladon.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

« Ce Mémoire contient des recherches sur l'exactitude de la méthode que j'ai proposée pour vérifier le travail réalisé par les machines motrices, et sur son application à la mesure de la résistance spécifique des coques. Je l'ai divisé en cinq parties; je vais indiquer sommairement les sujets dont elles traitent.

» Dans le *premier chapitre,* je trouve une valeur limite pour la plus grande erreur qui pourra résulter de la mesure du travail tangent à la roue, basée uniquement sur la force horizontale d'impulsion des aubes. Je démontre que cette erreur est en général très-petite, et que pour les

dimensions d'aubes et de roues usitées, elle ne peut pas dépasser 0,03.
Le travail réel dépensé sur l'arbre est plus grand que le travail mesuré, et plus petit que ce même travail multiplié par le rapport de l'arc d'immersion de la palette disposée pour l'expérience à la corde de ce même arc.

» Ces deux limites extrêmes indiqueront dans chaque cas particulier le degré d'approximation qu'on peut obtenir.

» Je cite, dans le *chapitre deuxième*, des expériences faites sur une échelle réduite avec des roues de 1,58 de diamètre fixées sur un petit bateau. Dans cet essai, le travail moteur appliqué à l'arbre des roues m'était connu; je l'ai déterminé par un appareil à force constante, que deux hommes mettaient en mouvement, en produisant un travail parfaitement uniforme sur l'arbre de la roue à aubes.

» Pendant le même temps j'obtenais une seconde mesure du travail dépensé au moyen de la vitesse rotatoire des aubes, en retenant le bateau immobile et pesant exactement sa force de traction.

» La comparaison de ces deux nombres m'a démontré l'exactitude de la méthode proposée et m'a servi à déterminer la position moyenne du centre d'impression sur les aubes.

» Dans le *chapitre troisième*, je donne un tableau qui représente les données numériques de deux expériences faites dans des circonstances différentes sur le même bateau à vapeur.

» Dans le premier cas on a attelé le bateau à un cable retenu par un dynamomètre et l'on a fait agir les machines sans rien changer à la hauteur habituelle des aubes.

» Dans le second essai on a diminué les aubes dans les proportions que j'ai indiquées.

» Dans les deux cas la pression, mesurée sur le manomètre des chaudières, a été exactement la même.

» Les deux expériences ont donné des résultats très-différents: le nombre des coups de piston a varié dans le rapport de 24,6 à 58, et la traction, qui était de 1105 kilogrammes avec les grandes aubes, est tombée à 982 avec les aubes réduites. Ce dernier résultat paraît d'abord inexplicable, puisque la pression manométrique des chaudières était exactement la même dans les deux essais; pour l'expliquer, il faut admettre que, dans ces deux expériences, la pression manométrique dans les cylindres était très-différente et d'autant plus grande dans le premier cas, que la vitesse des pistons était réduite à moins de moitié. M. de Pam-

bour a déjà signalé ces différences dans ses recherches sur les locomotives. On doit aussi admettre que le travail dépensé par le jeu des organes diminue plus rapidement que la vitesse du moteur.

» Le *chapitre quatrième* contient les détails d'une expérience que j'ai faite au mois de juillet de cette année, sur un bateau mû par une double machine de quatre-vingt-seize chevaux. Cette expérience a été faite en présence de plusieurs ingénieurs.

» On a remarqué comme étant favorables à cette méthode d'expérience les circonstances suivantes : la vitesse des machines se règle d'elle-même et n'est point sujette à varier; les roues, très-peu immergées pendant l'essai, n'occasionnent aucune vague et ne soulèvent qu'une quantité d'eau insignifiante pour le travail qu'elle emploie.

» Enfin, la tension du câble est si uniforme qu'on peut remplacer avec avantage le dynamomètre par une romaine à poids et à bras en équerre et obtenir ainsi des mesures plus authentiques. Une disposition particulière que j'emploie met cet appareil complétement à l'abri des premières secousses au moment où l'action des machines commence.

» Le dernier chapitre est consacré à développer une méthode d'expérimentation pour mesurer les coefficients de résistance des bateaux à vapeur, quand on leur donne des degrés différents d'immersion ou de vitesse. Cette mesure intéresse au plus haut degré le développement progressif et l'amélioration de l'art des constructions navales. Des savants distingués et d'habiles ingénieurs ont déterminé la résistance progressive des petits corps flottants ou des bateaux de canaux; mais je ne connais aucune méthode qui ait été indiquée pour obtenir la résistance des grands navires se mouvant en eau libre: le procédé que j'indique dérive de mes premières expériences, et il pourra donner, dans plusieurs cas, des nombres aussi exacts que ceux qu'on pourrait obtenir sur des corps flottants de moindre dimension.

» Je cite les résultats de quelques mesures sur la force motrice et sur la vitesse en eau calme des bateaux *l'Aigle* et *le Léman;* j'en déduis pour ces deux bateaux des coefficients de résistance moindres que le plus faible coefficient admis pour les corps flottants; je trouve aussi que, pour ces deux bateaux, l'action des propellateurs à roues donne un résultat remarquable pour l'économie du pouvoir moteur. Le travail que l'on perd en s'appuyant sur l'eau avec des aubes n'est pas le tiers de celui qu'on dépense sur l'arbre des roues; pour *le Léman* la perte n'est que les $0{,}312 \times \mathrm{T}d$.

» Enfin je donne, pour ces deux bateaux, la dimension du maître couple, celle des roues et les hauteurs d'immersion qui se rapportent à mes expériences. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Remarques à l'occasion d'un Mémoire de* M. de Romanet *sur les fromageries par association;* Extrait d'une Note de M. **Thiebaut de Berneaud.**

(Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. de Romanet.)

« ... La fondation, en Suisse, des fromageries par association, loin d'être aussi récente qu'on serait tenté de le supposer d'après le Mémoire de M. de Romanet, date déjà de plus de quarante années, puisqu'elle remonte au commencement de 1801. L'histoire de ces établissements agricoles, et les bases adoptées pour leur régime, ont été publiées, dix ans après, par Lullin, de Genève, alors correspondant de l'Institut, dans un ouvrage intitulé : *Des associations rurales pour la fabrication du lait, connues en Suisse sous le nom de fruitières.* Tout ce que M. de Romanet nous apprend aujourd'hui se trouve consigné, avec les détails convenables, dans cet intéressant écrit, imprimé à Genève en 1811. D'une autre part, le vœu que forme M. de Romanet de voir une semblable industrie prendre pied et recevoir de l'extension en France est accompli, depuis plus d'un tiers de siècle, pour les départements de l'Ain, du Doubs, du Jura, de la Haute-Saône. Dans le seul département du Doubs on compte en ce moment 537 fromageries en commun, fournissant, année commune, 3453736 kilogrammes de fromages façon de Gruyères, ainsi que je l'ai dit au chap. IX, p. 122 à 130 de mon *Manuel de la Laiterie,* publié en janvier 1842. J'ai l'honneur d'en offrir un exemplaire à l'Académie, comme pièce justificative.

Quant à la substitution des vaches laitières aux bœufs et même aux chevaux pour les travaux agricoles désirée par M. de Romanet, le fait est également accompli depuis longtemps dans plusieurs de nos départements du nord-est et, dans celui du Nord depuis 1830. (Voir, à ce sujet, mon *Manuel de la Laiterie,* p. 38 et 39.) »

M. **Lambert**, détenu à Brest, adresse le modèle, la description et la figure d'un appareil qu'il désigne sous le nom de *Téléologue.* Cet appareil est un porte-voix construit sur un système entièrement nouveau, et disposé de

telle manière qu'il peut être employé, par l'officier qui commande sur le pont, à héler un bâtiment au loin, et à se faire entendre dans les batteries, même au milieu du bruit d'un combat.

La Lettre qui accompagne cet envoi est terminée par la phrase suivante : « Je m'estimerai trop heureux si mes veilles peuvent être un jour utiles à mon pays, et doivent contribuer, comme vous avez bien voulu le dire à l'occasion d'une de mes précédentes communications, à me réhabiliter près de la société de mes fautes passées, dont j'ai le plus sincère repentir. »

MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées employés à Brest ont eu occasion de rendre témoignage de l'habileté, du zèle et de la conduite de M. Lambert. Leur témoignage est, au reste, confirmé par une Note très-favorable du chef de l'établissement pénitentiaire.

(Commissaires, MM. l'amiral Roussin, Babinet, Duhamel, Séguier.)

M. Bonhoure adresse des *sondes urétrales* enduites de gomme arabique, sondes qui diffèrent surtout de celles qu'il avait précédemment présentées, en ce qu'elles sont doublées intérieurement d'un ruban ciré.

(Commission déjà nommée.)

M. Weschniakoff, qui avait soumis, il y a quelques mois, au jugement de l'Académie un nouveau combustible de son invention, désigné sous le nom de *carboléine,* annonce aujourd'hui qu'il vient d'en établir une fabrique dans Paris, de sorte que la Commission qui est chargée de faire un Rapport sur ce combustible pourra voir préparer les produits qu'elle emploiera dans ses expériences.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Cultes du Royaume de Grèce adresse à l'Académie des remercîments pour le don qu'elle a fait à la bibliothèque d'Athènes de la Collection de ses *Mémoires* et des *Comptes rendus* de ses séances.

ASTRONOMIE. — *Note sur la comète découverte à l'Observatoire de Paris, le 28 octobre 1842; par* M. **Laugier.**

« Depuis vendredi 28 octobre, date de sa découverte, la nouvelle comète a été observée cinq fois: les 28 et 30 octobre, les 2, 4 et 5 novembre. Les éléments paraboliques suivants représentent les observations à deux ou trois minutes près; ils sont donc encore loin d'être définitifs : on attendra, pour les corriger, qu'on ait quelques observations plus éloignées entre elles.

Passage au périhélie, décembre 1842.....	15,8,	t. moy. de Paris, compté de midi.
Distance périhélie.....................	0,512	
Longitude du nœud..................	28°39′	
Inclinaison..........................	74°31′	
Longitude du périhélie................	328°22′	
Sens du mouvement....................	Rétrograde.	

» Ces éléments ressemblent, jusqu'à un certain point, à ceux d'une comète observée en 1301, dont Pingré calcula l'orbite sur des observations chinoises :

	LONGITUDE du périhélie.	LONGITUDE du nœud.	INCLINAISON.	DISTANCE périhélie.	SENS du mouvement.
Comète de 1301..	270°	15°	70°	0,46	Rétrograde.
Comète de 1842..	328° 22′	28° 39′	74° 31′	0,512	Rétrograde.

» Voici le passage relatif à cette comète de 1301, extrait de la *Cométographie* de Pingré, tome I^er^, page 423 :

« ...... On peut conclure des observations chinoises, que le nœud » ascendant de l'orbite de cette comète était vers le milieu du signe du » Bélier; son inclinaison à l'écliptique de 60 ou 70°, *ou peut-être même* » *davantage;* le mouvement rétrograde, la distance périhélie moindre » que la demi-distance du Soleil à la Terre; le périhélie dans le Capricorne: » la comète y aura passé avant la fin d'octobre, mais non pas avant le mi- » lieu de ce même mois. Ces éléments généraux représenteront, à quel- » ques degrés près, les observations de Cambridge. J'ai cherché inutile-

» ment une théorie plus précise; les observateurs anglais de ces siècles » reculés n'étaient point des Newton, des Halley, des Bradley. Je puis » répéter que leurs observations n'ont été retirées de l'oubli que pour » donner la torture aux calculateurs trop zélés. »

» Je rapporte ici ce passage, pour montrer toute l'incertitude des éléments de Pingré : leur coïncidence avec ceux de la nouvelle comète ne m'en semble pas moins remarquable. Des différences de l'ordre de celles qui existent entre ces deux séries de résultats se rencontrent également entre les éléments de la comète de Halley relatifs aux apparitions de 989 et de 1456, comme on peut le voir par le tableau suivant :

	LONGITUDE du périhélie.	LONGITUDE du nœud.	INCLINAISON.	DISTANCE. périhélie.	SENS du mouvement.
Comète de 989...	264°	84°	17°	0,57	Rétrograde.
Comète de 1456..	301°	48°	18°	0,585	Rétrograde.

» La comète de 1842 s'approche de plus en plus de la Terre; elle s'en éloignera vers le 15 novembre. A cette époque, sa distance sera égale aux $\frac{4}{10}$ de la distance du Soleil à la Terre.

» On voit déjà, depuis plusieurs jours, un petit noyau de plus en plus brillant; mais le prolongement lumineux, la queue, n'a pas augmenté sensiblement depuis le 2 novembre; il est à peine de 10' : la largeur de la nébulosité soutend un angle de 5' environ. »

PHYSIQUE. — *Sur les causes qui concourent à la production des images de Möser.* (Extrait d'une Lettre de M. **Fizeau** à M. *Arago*.)

« ..... Depuis mon retour je me suis activement occupé des singuliers phénomènes observés par M. Möser, et j'espère avoir l'honneur de présenter prochainement à l'Académie un travail sur ce sujet. Je me bornerai donc ici à vous parler des résultats généraux auxquels je suis parvenu.

» Les expériences que j'ai faites jusqu'ici ont pour la plupart confirmé les faits annoncés; mais je dois dire que toutes m'ont conduit à envisager ce sujet sous un tout autre point de vue que celui de M. Möser.

» Loin de penser qu'il faille admettre de nouvelles radiations s'échap-

paut de tous les corps, même dans une obscurité complète, et soumises dans leur émission à des lois toutes spéciales, je suis convaincu qu'aucune espèce de radiations ne doit être invoquée dans l'explication de ces phénomènes, mais qu'il faut plutôt les rattacher aux faits connus que je vais rappeler.

» 1°. La plupart des corps sur lesquels nous opérons ont leur surface revêtue d'une légère couche de matière organique, analogue aux corps gras, et volatile, ou au moins susceptible d'être entraînée par la vapeur d'eau.

» 2°. Lorsque l'on fait condenser une vapeur sur une surface polie, si les différentes parties de cette surface sont inégalement souillées par des corps étrangers, même en quantité extrêmement petite, la condensation se fait d'une manière visiblement différente sur les différentes parties de cette surface.

» Lors donc que l'on exposera une surface polie et pure au contact ou à une petite distance d'un corps quelconque à surface inégale, il arrivera qu'une partie de la matière organique volatile dont cette dernière surface est revêtue sera condensée par la surface polie en présence de laquelle elle se trouve; et comme j'ai supposé que le corps présentait des inégalités ou des saillies et des creux, c'est-à-dire que ses différents points étaient inégalement distants de la surface polie, il en résultera un transport inégal de la matière organique sur les différents points de cette surface; aux points correspondants aux saillies du corps la surface polie aura reçu plus, et aux points correspondants aux creux elle aura reçu moins: il en résultera donc une sorte d'image, mais ordinairement invisible. Si l'on fait condenser alors une vapeur sur cette surface polie, on voit qu'elle se trouve dans les conditions que je rappelais tout à l'heure, et que la condensation va se faire d'une manière visiblement différente sur les différents points, c'est-à-dire que l'image invisible deviendra visible.

» Voilà en raccourci l'idée que mes expériences m'ont conduit à me former au sujet des phénomènes nouveaux observés par M. Môser. A ce point de vue leur étude présente sans doute moins d'intérêt qu'à celui du physicien de Kœnigsberg; cependant le rôle singulier que paraît jouer ici cette matière organique, que l'on retrouve à la surface de presque tous les corps, peut faire espérer quelques lumières sur sa nature et ses propriétés encore si peu connues. »

CHIMIE. — *Sur la fabrication de l'acide sulfurique dans le traitement des pyrites de fer; par* M. BARRUEL.

« La préparation de l'acide sulfurique par les pyrites de fer, dans les contrées où cette matière est abondante, est trop avantageuse pour qu'il ne soit pas utile de signaler à l'industrie tout le parti que l'on peut tirer des résidus, l'extension de ce mode de fabrication pouvant affranchir la France, au moins en partie, du tribut qu'elle paye à l'étranger, pour le soufre et l'acide sulfurique fumant de Nordhausen.

» Dans une usine de Belgique où l'on fabrique de l'acide sulfurique et de la soude par ce procédé, les résidus du grillage des pyrites sont mêlés avec un excès de sel marin, après avoir titré leur contenance en sulfate de fer, et l'on chauffe dans un four convenable, en recueillant l'acide chlorhydrique; on retire le sulfate de soude formé par dissolution et cristallisation; le peroxyde de fer restant est séparé, par lavage, en deux parties: la plus ténue, séchée et mêlée avec de la graisse, sert à adoucir les frottements des machines, et remplit parfaitement ce but; la plus grossière est mise en pelotes, séchée et traitée comme minerai de fer au haut-fourneau.

» Dans les usines où l'on ne fabrique pas de soude, concurremment avec l'acide sulfurique, au lieu de retirer le sulfate de fer des pyrites grillées, il serait plus avantageux de distiller ces résidus, le sulfate de fer s'y trouvant sec, pour en retirer l'acide fumant. Il serait très-facile de disposer les appareils de manière à conduire, dans les chambres de plomb, l'acide sulfureux résultant de la décomposition d'une partie de ce sulfate de fer pendant la distillation. Rien ne serait perdu par ce moyen; on pourrait toujours tirer parti du colcotar restant après l'opération. »

M. J. CONTÉ adresse quelques remarques sur les avantages qu'il y aurait à remplacer, dans les usages de la médecine, le *sulfate de quinine* par l'*acétate* de la même base, en raison de la plus grande solubilité de ce dernier sel. M. Conté annonce avoir proposé depuis plus de deux ans cette substitution et en avoir fait alors l'objet d'une communication à une Société savante. « Plus récemment, dit l'auteur de la Lettre, une Note sur le même sujet a été lue au congrès de Florence par le prince Lucien Bonaparte, qui ne pouvait, du reste, avoir connaissance de mes idées. »

M. **Waller** prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission chargée de faire un Rapport sur un Mémoire qu'il a lu en octobre 1840, et qui avait pour objet diverses questions relatives à la *photographie.*

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Chambard** adresse une semblable demande relativement à une Note qu'il a présentée sur un *nouveau système de waggons pour les chemins de fer.*

Cette Note ayant été renvoyée à l'examen de la Commission chargée de prendre connaissance des diverses communications relatives aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer, ne peut devenir l'objet d'un Rapport spécial.

M. **Buisson** demande de nouveau qu'il soit fait un Rapport sur ses diverses communications relatives à l'*hydrophobie*, et cite, d'après un journal quotidien, le cas d'un individu chez lequel, malgré la cautérisation des morsures, l'hydrophobie se serait développée.

M. **Laurent** demande l'autorisation de reprendre un Mémoire sur la *fabrication de la poudre*, qu'il avait précédemment soumis au jugement de l'Académie, et sur lequel il n'a pas encore été fait de Rapport.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets *cachetés* présentés, l'un par M. **Pistorius**, l'autre par M. **Robert**.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et de Navigation a fait une présentation de candidats pour la place vacante par suite du décès de M. *de Freycinet.*

La Commission a inscrit les concurrents sur deux listes, une de navigateurs et une d'ingénieurs hydrographes. Elle a déclaré néanmoins que le vœu de la majorité est qu'on choisisse cette fois un navigateur.

Dans la liste des navigateurs, deux noms sont au premier rang et sur la même ligne; mais la Commission déclare que, malgré l'assimilation scientifique des deux candidats, et vu l'absence qui paraît devoir se prolonger de M. Bérard, son vœu est que les suffrages se portent sur M. Duperré.

Navigateurs.	*Géographes.*
1°. MM. Duperré et Bérard, *ex æquo*;	1°. M. Daussy;
2°. M. l'amiral de Hell;	2°. M. Givry;
	3°. M. Monnier.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance. MM. les membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à cinq heures trois quarts. A.

ERRATA. (Séance du 31 octobre 1842.)

Page 842, ligne 2, *au lieu de* bossuée, *lisez* bosselée.
843, 11, *au lieu de* du voyageur, *lisez* d'un voyageur.
846, 16, *au lieu de* 6585, *lisez* 6,585 (6 oscillations et demie environ).
847, 10, *au lieu de* au-dessus, *lisez* au-dessous.
848, 7, *au lieu de* seront-elles, *lisez* seraient-elles.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 18; in-4°.

Annales de la Société Entomologique de France; 2e trimestre 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales, n° 10; octobre 1842; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; octobre 1842; in-8°.

Essai monographique et iconographique de la tribu des Cossyphides; par M. le marquis DE BRÊME; in-8°.

Voyage autour du Monde de l'Astrolabe *et de* la Zélée, *sous les ordres du contre-amiral* DUMONT-D'URVILLE, *pendant les années* 1837 *à* 1840; *par* M. LE GUILLOU; mis en ordre par M. J. ARAGO; tome II; in-8°.

Études de Chimie philosophique; exposé de principes de Chimie d'une nouvelle école; par M. N. MARTIN; 1re partie; in-8°.

Mémoire sur la Topographie médicale du 4e *arrondissement de Paris; par* M. BAYARD, avec 3 cartes; in-8°.

Mémoire sur le Rouleau compresseur et sur son emploi pour affermir les empierrements neufs et de réparation des chaussées; par M. SCHATTENMANN; 2e livr.; in-8°.

Explication de l'Histoire du Puits de Grenelle, 6e *publication; par* M. AZAÏS; in-8°.

Encyclopédie Roret. — Laiterie; Méthodes pour le gouvernement de la Laiterie, pour faire le Beurre et confectionner les Fromages; par M. THIÉBAUT DE BERNEAUD; in-12.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome III, feuilles 12 à 15; in-8°.

Journal de Chimie médicale; novembre 1842; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique, de Jardinage et d'Économie domestique; octobre 1842; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; octobre 1842; in-8°.

Revue zoologique; octobre 1842; in-8°.

Journal des Haras; novembre 1842; in-8°.

Observationes de prima Insectorum genesi adjecta articulatorum evolutionis cum vertebratorum comparatione. Dissertatio inauguralis; par M. A. KÖLLIKER; Turin, 1842; in-4°.

Beitrage... *Matériaux pour servir à l'Histoire de la génération et de la liqueur séminale chez les animaux sans vertèbres, avec des Recherches sur l'existence et les usages des soi-disant animaux spermatiques; par* le même; Berlin, 1841; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 460; in-4°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 45.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n°s 130 à 132.

L'Expérience; n° 279.

L'Écho du Monde savant; n°s 34 et 35; in-4°.

L'Examinateur médical; t. III, n° 9.

Catalogue des Livres de la Bibliothèque de feu M. L. DE FREYCINET; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 NOVEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la stabilité de l'équilibre des mers; par* M. J. LIOUVILLE.

« Dès les premiers pas qu'ils ont faits dans l'étude de la mécanique, les géomètres et les physiciens ont dû distinguer deux genres d'équilibre bien différents: l'équilibre stable ou ferme, et l'équilibre instable. Un système placé dans un état d'équilibre stable résiste aux perturbations provenant d'une impulsion extérieure; lorsque cette impulsion est très-petite, le dérangement qu'elle produit reste toujours renfermé dans d'étroites limites. Au contraire, dans les cas d'équilibre instable, un très-petit dérangement imprimé au système peut s'agrandir beaucoup à la longue. Un pendule est dans un état d'équilibre stable lorsque la tige de ce pendule étant dirigée suivant la verticale, la masse qui le compose est suspendue à cette tige au-dessous du point d'attache. En l'écartant un peu de cette position, on ne donnera naissance qu'à des oscillations toujours très-petites qui le porteront successivement des deux côtés de la verticale primitive. Ce même pendule est

dans un état d'équilibre instable lorsque la tige est dirigée verticalement, non plus vers le centre de la Terre, mais en sens opposé; qu'on le déplace alors un tant soit peu, ou qu'on le pousse légèrement, et aussitôt la pesanteur l'entraînera d'un mouvement accéléré vers le point le plus bas du cercle qu'il peut décrire.

» Mais quoiqu'il soit aisé de se faire généralement une idée nette du caractère essentiel et distinctif de chacun des deux genres d'équilibre dont nous venons de parler, cependant il est, dans bien des circonstances, très-difficile de décider si l'équilibre d'un système donné est stable ou instable. Ainsi, dans la question de l'équilibre des mers, c'est-à-dire de l'équilibre d'une masse liquide placée à la surface d'un noyau solide presque sphérique et animé d'un mouvement uniforme de rotation, la vraie condition de stabilité n'a été obtenue qu'après de longs efforts. Quelques géomètres se laissèrent même d'abord entraîner, par un raisonnement vague et incomplet, dans une erreur grave. Ils avaient reconnu que si l'on aplatit très-peu la figure d'un fluide reposant à la surface d'un noyau elliptique peu différent d'une sphère, ce fluide ne tend à revenir à son premier état que dans le cas où le rapport de sa densité à celle du sphéroïde est au-dessous de cinq tiers, et ils avaient pris cette condition (qui est nécessaire, mais non suffisante) pour celle de la stabilité de l'équilibre des mers. Le dérangement qu'ils admettaient dans leur calcul laissait immobile le centre de gravité du fluide, et la conclusion qu'ils en tiraient cessait d'être exacte pour d'autres dérangements où l'on imprimait à ce centre une certaine vitesse. Dans les Mémoires de notre Académie pour l'année 1776, Laplace releva l'erreur qu'ils avaient commise; il fit observer, avec raison, que l'on doit avoir égard à toutes les circonstances possibles du mouvement du fluide, et non à la force qui l'anime dans tel ou tel cas particulier. Il faut considérer une perturbation très-petite quelconque, et déterminer la condition nécessaire pour que la figure du fluide n'éprouve jamais que de légères altérations. En envisageant le problème sous ce point de vue, Laplace reconnut l'insuffisance de la condition de stabilité qu'on avait indiquée. Il montra qu'en supposant au liquide une densité plus grande que la densité du noyau solide, mais inférieure aux cinq tiers de celle-ci, comme le veut la condition citée, on pourrait, d'une infinité de manières, à l'aide d'impulsions primitives très-petites, produire à la longue une déformation considérable dans la figure de la mer. Toutefois ce résultat négatif, qui suffisait pour réduire au néant la théorie ou plutôt l'hypothèse admise jusque là, était loin de fournir la véritable condition cherchée. En lisant le Mémoire de

Laplace, on voit avec étonnement ce grand géomètre douter même qu'une telle condition existe. « Il paraît, dit-il, très-vraisemblable que, quelques » hypothèses que l'on fasse sur la profondeur et la densité du fluide, il y » a toujours une infinité de manières de l'ébranler infiniment peu, dans » lesquelles il cessera de faire des oscillations infiniment petites. . . . . . » On peut même dire généralement que, dans cette recherche, la con- » sidération de la stabilité de l'équilibre est inutile, puisqu'il n'y a point » vraisemblablement d'équilibre ferme absolu, et que la stabilité est tou- » jours relative à la nature de l'ébranlement primitif. »

» Les progrès continuels de l'analyse rendent souvent accessibles au bout d'un temps très-court des problèmes que l'on avait au premier aperçu regardés comme insolubles. Quelques années plus tard Laplace revint avec un entier succès sur cette question, que ses premiers essais lui avaient fait croire inabordable. D'heureux perfectionnements, obtenus par Legendre et par lui dans la théorie des attractions des sphéroïdes, lui permirent tout à la fois de déterminer et la figure que les mers doivent prendre dans l'état d'équilibre, et la vraie condition de la stabilité de cet équilibre. *Il est nécessaire et il suffit que la densité moyenne de la Terre surpasse celle de la mer.* Cela étant, si, par une impulsion primitive quelconque, la mer est un peu écartée de sa position d'équilibre, elle oscillera autour de cette position sans jamais s'en éloigner beaucoup. Les perturbations pourraient au contraire devenir très-grandes si la condition exigée n'était pas remplie. Qu'à l'Océan actuel on substitue par exemple un Océan de mercure, et la stabilité n'aura plus lieu.

» C'est dans les Mémoires de l'Académie pour 1782 que Laplace a d'abord publié son analyse : il l'a reproduite ensuite et généralisée dans la *Mécanique céleste,* où il convient de l'étudier aujourd'hui. Dans le premier livre de cet immortel ouvrage, l'auteur établit les équations générales du mouvement des fluides, et leur donne une forme propre à l'objet de ses recherches; puis, à l'aide de ces équations, il obtient dans le quatrième livre la condition de stabilité que nous venons de rappeler.

» Lorsque j'ai entrepris mon travail, j'avais d'abord pour but unique de simplifier les calculs assez longs de la *Mécanique céleste ;* je crois y être parvenu. On sait que pour décider si l'équilibre d'un système est stable ou instable, on doit écarter un peu ce système de l'état de repos, chercher la valeur de la force vive au bout d'un temps quelconque, et voir si elle deviendrait un *maximum* en supposant que le système ainsi mis en mouvement traversât de nouveau la position d'équilibre. Or j'ai

obtenu une expression aussi simple que possible de cette force vive, non-seulement dans le cas (auquel Laplace s'est arrêté) d'un liquide placé sur un noyau solide presque sphérique, mais pour un noyau de forme quelconque et même pour un système entièrement liquide. Toutefois, dans le cas d'un noyau solide, je suppose avec Laplace la masse de ce noyau très-considérable par rapport à celle du liquide qu'il supporte, en sorte que, malgré les oscillations qui ont lieu à sa surface, le mouvement de rotation du noyau puisse être regardé comme se conservant uniforme. Cette hypothèse est du reste la seule que je me sois permise; et la marche de mes calculs paraîtra, je crois, claire et précise. Peut-être jugera-t-on qu'elle est exempte des légers défauts qu'on peut reprocher à la *Mécanique céleste,* où dans chaque transformation des équations on néglige quelque quantité, et où l'on se renferme d'ailleurs inutilement dans des hypothèses beaucoup trop particulières. Je me hasarderai même à dire que certaines intégrations par parties semblent dans ce grand ouvrage manquer de la rigueur nécessaire, ce qui du reste n'influe pas, je m'empresse d'en convenir, sur l'exactitude du résultat final.

» Ce résultat, que d'autres géomètres avaient déjà confirmé, je l'ai retrouvé aussi dans mon Mémoire, à l'aide de deux méthodes très-différentes. La première de ces méthodes repose, comme celle de Laplace, sur un certain développement en série dont on fait sans cesse usage dans la théorie des attractions des sphéroïdes; la seconde, indépendante de ce genre de développements, est fondée sur une considération singulière de *minimum,* et paraît susceptible d'une grande extension. Elles conduisent toutes deux assez rapidement au théorème de Laplace, et à cette condition, nécessaire et suffisante pour la stabilité, que la densité des mers reste inférieure à la densité moyenne de la Terre.

» Mais cette conclusion suppose à la Terre une forme sensiblement sphérique. Que serait-il arrivé si l'aplatissement avait été beaucoup plus considérable? Et, en passant de là à une autre question, liée intimement à la précédente, qu'arriverait-il à une masse liquide, homogène, douée d'une quelconque des formes ellipsoïdales d'équilibre, à deux ou même à trois axes inégaux? Ces questions intéressantes, et qui me semblent entièrement neuves, je les ai aussi traitées; mais l'exposition de mes recherches exigerait de longs développements, que je remets à une autre séance pour ne pas abuser des moments de l'Académie. Toutefois je dirai, dès à présent, que j'ai dû avoir recours à certaines fonctions heureusement introduites en analyse par M. Lamé, à l'occasion d'un problème relatif au mouvement de la

chaleur. En complétant, à quelques égards, les formules de cet habile géomètre, et aussi en les combinant avec d'autres formules qui m'appartiennent, j'ai réussi en quelque sorte à ajouter un nouveau chapitre à la *Mécanique céleste*. Si l'Académie me permet d'entrer un jour à ce sujet dans quelques détails, on verra tout ce que je dois à M. Lamé, et combien était juste et méritée l'épithète dont M. Jacobi s'est servi en parlant de notre savant compatriote, quand il l'a qualifié *un des mathématiciens les plus pénétrants* (1). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Note sur des composés à bases minérales trouvés dans l'épaisseur des parois des cellules; par* M. PAYEN.

« Lorsque j'eus l'honneur de soumettre à l'Académie mes dernières recherches relatives aux concrétions dans les plantes, je démontrai qu'une sorte de squelette reproduisait, après l'incinération, tous les détails de l'organisme: la silice presque seule marquait les linéaments des membranes périphériques, tandis que le carbonate de chaux prédominait aux points où s'était opérée la combustion des cellules situées au-dessous de l'épiderme ou engagées plus profondément encore dans les tissus : ainsi donc la silice d'une part, et un composé calcaire de l'autre, avaient été interposés dans l'épaisseur des membranes durant la vie de chaque plante.

» Mais quel était, parmi les différents sels contenant des acides *organiques*, celui ou ceux *qui avaient laissé le carbonate calcaire résidu de leur décomposition?* Ne pouvant résoudre cette question sans qu'il restât des doutes, je m'abstins de toute hypothèse.

» Aujourd'hui que des tentatives plus heureuses m'ont permis d'aborder ce problème dans toute sa généralité, je viens communiquer à l'Académie deux exemples des nouveaux résultats que j'ai obtenus: ils sont assez remarquables, l'un par la netteté de l'expérience et des observations organographiques qu'il rend accessibles au microscope, l'autre par la facile solution qu'il donne de questions décidées en sens contraires, à plusieurs années d'intervalle, par les travaux d'un savant analyste.

» *Premier fait.* On enlève avec quelques précautions l'épiderme d'un cactus (*Cereus peruvianus*); il ne reste dans les cellules de cet épiderme aucune trace de cristaux; toutes les cellules sous-jacentes contenant des substances colorées, complexes, sont éliminées sans peine. Roulant alors sur elle-même cette sorte de peau résistante, on la découpe au rasoir en

(1) Voyez le *Journal de M. Crelle*, t. XIX, p. 313.

très-minces lanières; celles-ci sont lavées sur une toile et débarrassées de tout corps soluble ou pulvérulent.

» On les presse fortement, puis on les plonge dans à peu près leur volume d'acide acétique à 5 degrés; au bout de quelques heures on extrait par la pression le liquide acide, qui contient de l'acétate de potasse et de chaux, et de la pectine.

» On épuise par des lavages à l'eau distillée; l'inspection au microscope montre qu'une légère couche a été enlevée dans l'épaisseur des membranes cellulaires, sous la première rangée épidermique.

» On plonge alors toute la masse dans son volume d'acide sulfurique étendu de dix parties d'eau, et on laisse réagir pendant une journée.

» La solution acide, trouble, que l'on extrait ensuite par pression contient beaucoup de sulfate de chaux, un peu de pectine et de sulfate de potasse; on épuise par des lavages.

» Après ce deuxième traitement, l'observation microscopique ne révèle aucun changement appréciable. Cela tient à ce que la pectine, la chaux et la potasse extraites ne laissent pas de vide sensible, attendu qu'une substance très-volumineuse qui les accompagnait est restée: c'est l'acide pectique. On l'extrait facilement à son tour, à l'aide de l'ammoniaque étendue. Sous le microscope la réaction est fort curieuse; elle évide les épaisses membranes, montre leurs couches superposées, fait apparaître les lignes de démarcation entre les cellules jusqu'alors confondues, et permet de les distinguer, tandis que la cuticule épidermique reste continue, montrant de nombreuses cavités et des saillies linéaires qui, formées pendant la végétation, correspondent aux intervalles entre les cellules de la première couche superficielle.

» On peut rendre plus évidente l'observation microscopique en ajoutant peu à peu de l'eau, de l'iode, puis de l'acide sulfurique, qui caractérisent par une couleur orangée la cuticule et les autres parties de la cellulose injectées de substance azotée, tandis qu'ils colorent en un beau violet toutes les pellicules superposées de la cellulose pure.

» Quant au pectate d'ammoniaque extrait de toute la substance traitée, on l'épure par le rapprochement dans le vide, la précipitation par l'alcool, etc.

» On peut le transformer en pectate de chaux ou en extraire l'acide pectique : tous ces produits sont d'une blancheur et d'une pureté remarquables, ainsi qu'on en peut juger par les échantillons que je dépose sur le bureau.

» Le pectate de chaux constitue la plus grande partie du poids des substances interposées dans les membranes des couches épidermiques du cactus;

réuni au pectinate de chaux et de potasse, il formait les 0,65 du poids total de l'épiderme. Cette énorme proportion m'a paru variable suivant l'âge de la portion de tige employée et peut-être d'autres circonstances.

» Le deuxième fait que je me proposais de rapporter ici a été recueilli en appliquant les procédés dont je viens de parler au tissu de la betterave blanche : je suis parvenu à extraire ainsi, *directement et à froid,* la pectine très-abondante et l'acide pectique qui s'y trouvaient combinés avec la chaux, la potasse et la soude.

» La question de leur préexistence, qui semblait jusqu'ici fort douteuse, paraît donc maintenant résolue.

» On sait en effet que, dans son dernier Mémoire sur la betterave à sucre, notre confrère M. Braconnot supposait la pectine formée par l'ébullition et n'admettait plus que d'une manière dubitative la présence de l'acide pectique.

» Ces deux principes immédiats, tels que je les ai obtenus, doivent se rapprocher davantage de l'état normal où ils se trouvent dans les végétaux; car la combinaison de la pectine avec la chaux avait paru indécomposable par tous les agents chimiques, sans altération profonde, tandis qu'en réalité l'acide acétique, on vient de le voir, peut la dégager des membranes végétales, et l'acide sulfurique affaibli en enlève les dernières traces à froid.

» L'étude comparative des produits de l'ancien et du nouveau mode d'extraction paraît devoir offrir de l'intérêt, surtout lorsque l'on considère les curieuses transformations isomériques que M. Frémy a signalées dans son beau travail sur la pectine et l'acide pectique (1).

» Un autre composé calcaire m'a semblé contenu dans les parois des cellules des feuilles: la détermination précise de sa véritable nature, dans la position qu'il occupe, présente bien des difficultés ; si je parviens à les vaincre, j'aurai l'honneur de communiquer ultérieurement les résultats de mes recherches à l'Académie. »

---

(1) On sait que M. Thenard a le premier indiqué comme très-probable la composition isomérique de l'acide pectique et de la pectine. A l'époque où j'observai dans l'écorce de l'*Aylanthus glandulosa* (*Ann. de Chim.,* t. XXVI, p. 331) une substance organique capable de saturer l'ammoniaque, de s'y dissoudre et d'en être séparée en gelées volumineuses par les acides, substance qui fut depuis étudiée par M. Braconnot et nommée acide pectique, je l'avais extraite à froid ; les travaux postérieurs me persuadèrent que généralement la température de l'ébullition était utile pour l'obtenir et que mon analyse n'était qu'un cas particulier; j'ai maintenant la certitude que cette méthode doit être généralisée et s'étendre à l'extraction de la pectine pure.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoires sur l'application de l'analyse mathématique à la recherche des lois générales des phénomènes observés par les physiciens, et, en particulier, sur les lois de la polarisation circulaire; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Un de nos illustres confrères, qui s'est particulièrement occupé de la rotation imprimée par certains liquides ou même par certaines vapeurs aux plans de polarisation des rayons lumineux, me fit l'honneur, il y a deux ou trois ans, de me demander si je parviendrais à tirer du calcul intégral l'explication et les lois de ce phénomène, qu'il regardait, avec raison, comme l'un de ceux auxquels il importait surtout d'appliquer la physique mathématique. Je lui répondis que je m'occuperais de cette question dont j'espérais bien lui donner une solution satisfaisante. Je croyais alors que la marche à l'aide de laquelle j'étais parvenu à déduire de l'analyse non-seulement l'explication de la plupart des phénomènes lumineux, mais aussi les lois de ces phénomènes, suffirait pour me conduire à la solution de la question proposée. Mais, après l'avoir attaquée à plusieurs reprises, je me trouvais toujours arrêté par des difficultés inattendues; et, pour les surmonter, je me suis vu obligé de suivre une marche nouvelle qui heureusement n'a pas tardé à les faire disparaître. Comme cette marche nouvelle peut conduire assez simplement à la solution d'un grand nombre de problèmes de physique mathématique, j'ai pensé que les physiciens et les géomètres me permettraient volontiers de l'indiquer en peu de mots.

» Dans les problèmes de mécanique appliquée et de physique mathématique, on suppose ordinairement que l'on connaît les diverses forces et les masses qu'elles sollicitent; puis on déduit de cette connaissance les équations différentielles des mouvements de ces masses, et c'est en intégrant les équations différentielles dont il s'agit qu'on parvient à l'explication des phénomènes représentés quelquefois par les intégrales générales, mais le plus souvent par des intégrales particulières de ces mêmes équations. C'est ainsi qu'après avoir établi les équations différentielles du mouvement des liquides et des fluides élastiques, les géomètres en ont déduit les lois de la propagation du son dans l'air, ou de la propagation des ondes liquides à la surface d'une eau tranquille. C'est ainsi encore qu'en 1829 et 1830, je suis parvenu à déduire des équations du mouvement vibratoire d'un système isotrope de molécules, les vibrations transversales des ondes lumineuses. Des phénomènes aussi simples ou aussi évidemment liés à des

causes connues que ceux qui viennent d'être rappelés devaient se présenter les premiers dans l'application de l'analyse à la physique; mais, à mesure que les phénomènes se compliquent, ou que leur cause immédiate est plus cachée, il devient plus difficile de les soumettre à une analyse qui puisse servir à en découvrir les lois. Concevons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse de trouver les lois des mouvements vibratoires qu'exécutent les molécules du fluide lumineux dans un liquide qui imprime à un rayon polarisé une rotation proportionnelle au chemin parcouru par ce rayon. On sera, il est vrai, naturellement porté à croire que ce mouvement, comme tous les mouvements périodiques, doit être représenté par un système d'équations linéaires aux dérivées partielles, ou même d'équations linéaires à coefficients constants. Mais quelle doit être la forme particulière de ces équations, pour qu'elles puissent représenter le mouvement dont il s'agit? Les équations différentielles des mouvements infiniment petits d'un système de molécules renferment déjà, comme je l'ai prouvé, un très-grand nombre de coefficients. Le nombre de ces coefficients se trouvera encore considérablement augmenté si l'on tient compte, avec quelques auteurs, des rotations des molécules, ou avec moi-même des divers atomes qui peuvent composer une seule molécule. Enfin il croîtra de nouveau si l'on considère deux ou plusieurs systèmes de molécules au lieu d'un seul. A la vérité on pourra, dans ce dernier cas, en supposant toutes les équations linéaires, réduire les inconnues à trois ou même à une seule par des éliminations; mais tous les coefficients que renfermaient les équations primitives entreront dans l'équation ou dans les équations résultantes; et ce serait un grand hasard si, en essayant d'attribuer à ces coefficients divers systèmes de valeurs particulières, on finissait par trouver précisément celles qui rendent possible la rotation continue du plan de polarisation d'un rayon lumineux. C'est pour vaincre cette difficulté que j'ai imaginé la nouvelle méthode dont je vais entretenir un instant l'Académie. Au lieu de former *à priori* les équations différentielles d'après la nature des forces et des systèmes de molécules supposée connue, et d'intégrer ensuite ces équations différentielles, pour en déduire les phénomènes observés, je me suis proposé de remonter de ces phénomènes aux équations des mouvements infiniment petits. Les principes généraux qui peuvent servir à la solution de ce problème sont exposés dans le premier des deux Mémoires que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. Parmi ces principes, il en est deux surtout qu'il importe de signaler.

» Un premier principe, c'est qu'avant de rechercher les équations diffé-

rentielles des mouvements infiniment petits d'un système, on doit s'attacher à connaître, non pas toutes les sortes de mouvements infiniment petits que ce système peut propager, mais seulement ceux que j'ai nommés *mouvements simples* ou par *ondes planes*. Lorsque ces derniers sont tous connus, il devient facile d'obtenir le système des équations cherchées, et particulièrement l'équation caractéristique correspondante à ce système.

» Un second principe est l'inverse d'un autre principe déjà connu. On sait que, si plusieurs mouvements infiniment petits peuvent se propager dans un milieu donné, on pourra en dire autant du mouvement résultant de leur superposition. Il y a plus : tout mouvement infiniment petit, propagé dans un milieu, peut être considéré comme résultant d'un nombre fini ou infini de mouvements simples dont chacun peut encore être propagé dans le même milieu. Je démontre la proposition réciproque; et je fais voir que, si un mouvement infiniment petit, propagé dans un milieu donné, peut être considéré comme résultant de la superposition de plusieurs mouvements simples, chacun de ceux-ci pourra encore se propager dans ce milieu. Toutefois, cette proposition réciproque suppose non-seulement que le mouvement résultant peut être représenté par un système d'équations linéaires aux dérivées partielles, mais encore que les mouvements simples, superposés les uns aux autres, sont en nombre fini et correspondent à des symboles caractéristiques différents.

» Le second de mes deux Mémoires a pour objet spécial la recherche des lois générales de la polarisation circulaire et des équations linéaires qui représentent les mouvements correspondants de l'éther. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» En faisant tomber sous l'incidence normale un rayon polarisé sur une plaque de cristal de roche taillée perpendiculairement à l'axe optique, M. Arago a reconnu, dès l'année 1811, que les deux images produites par un prisme biréfringent offrent des couleurs complémentaires lorsque le prisme vient à tourner. Cette belle expérience s'explique très-bien, comme l'a remarqué M. Arago, quand on suppose que les divers rayons colorés se trouvent polarisés à leur émergence dans des plans différents; et Fresnel a montré que, pour obtenir un tel résultat, il suffit d'admettre, dans la plaque de cristal de roche, deux rayons simples polarisés circulairement en sens contraires, mais doués de vitesses de propagation diverses. En effet, si l'on superpose l'un à l'autre deux rayons simples, constitués comme on vient de le dire, le rayon résultant de leur superposition offrira les mêmes vibrations moléculaires qu'un seul rayon po-

larisé rectilignement, mais dont le plan de polarisation tournerait en décrivant un angle proportionnel, comme l'expérience l'indique, au chemin parcouru, c'est-à-dire à l'épaisseur de la plaque. Il y a plus, en vertu de l'un des principes ci-dessus énoncés, les deux rayons simples polarisés circulairement seront bien réellement deux rayons distincts, dont chacun pourra être séparément propagé par la plaque de cristal de roche taillée perpendiculairement à l'axe; et ces deux rayons devront se séparer l'un de l'autre, s'ils sortent de la plaque par une face inclinée sur cet axe. Ces conclusions se trouvent confirmées par des expériences de Fresnel.

» Mais ce n'est pas tout encore: M. Biot a reconnu que le cristal de roche n'est pas la seule substance qui dévie les plans de polarisation des rayons lumineux. Comme nous le rappelions au commencement de ce Mémoire, plusieurs liquides et vapeurs, par exemple, l'huile de térébenthine, l'huile de limon, le sirop de sucre concentré, jouissent de la même propriété (*). Ce phénomène est ici d'autant plus singulier, que chacun des corps dont il s'agit est, comme tous les fluides, un corps isophane, et qu'en conséquence la propriété ci-dessus énoncée se vérifie, quel que soit le sens dans lequel le liquide se trouve traversé par un rayon polarisé. Il importait de rechercher quelle est la forme particulière que doivent présenter dans ce cas les équations différentielles des mouvements infiniment petits des molécules lumineuses. Pour appliquer à la solution de ce problème les principes établis dans mon premier Mémoire, j'ai dû commencer, d'après ce qui a été dit ci-dessus, par rechercher les conditions analytiques de la polarisation circulaire. J'ai été assez heureux pour les obtenir sous une forme très-simple. Ces conditions se réduisent à deux; et, pour que la polarisation d'un rayon lumineux devienne circulaire, il suffit que la dilatation symbolique du volume s'évanouisse avec la somme des carrés des trois déplacements symboliques de chaque molécule. En partant de ces conditions, j'ai pu facilement parvenir aux équations cherchées. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces équations, dont chacune est à l'ordinaire du second ordre par rapport au temps, renferment, par rapport aux coordonnées, non-seulement des termes d'ordres pairs, mais aussi des termes d'ordres impairs, par exemple, du premier

---

(*) Relativement aux premières expériences de M. Biot, et à des expériences analogues que M. Seebeck a faites en Allemagne, on peut consulter le chapitre VIII de la *Physique* de M. Biot (tome IV, page 542).

ordre ou du troisième. C'est même des termes d'ordre impair que dépend l'existence du phénomène. Lorsqu'ils subsistent, alors, dans le milieu isophane que représente le système des équations différentielles, deux rayons polarisés circulairement, mais en sens contraires, peuvent se propager avec des vitesses différentes. Mais ces deux vitesses deviendront égales, si, les termes d'ordre impair venant à disparaître, les termes d'ordre pair subsistent seuls; et alors le milieu isophane cessera de faire tourner le plan de polarisation d'un rayon lumineux. Dans le premier cas, les deux rayons simples, qui se superposent pour former un rayon dont le plan de polarisation tourne sans cesse, et proportionnellement au chemin parcouru, se sépareront, s'ils sortent du liquide par une face inclinée à l'axe du rayon. Désirant savoir pourquoi cette séparation n'avait pu être encore constatée par l'expérience, j'ai été curieux de calculer l'angle que devaient former, à leur sortie, les deux rayons émergents, et j'ai trouvé que cet angle se réduisait, pour l'huile de térébenthine et pour le rayon rouge, à environ $\frac{1}{9}$ de seconde sexagésimale, lorsque l'angle de réfraction était de 45 degrés. Si l'angle de réfraction vient à varier, la séparation variera proportionnellement à la tangente de ce même angle. Ce calcul montre que, pour rendre la séparation sensible, on sera obligé de superposer un grand nombre de fois l'un à l'autre, dans un même tube, deux liquides qui, étant séparés par des plaques de verre inclinées à l'axe du tube, dévient le plan de polarisation d'un même rayon en sens contraires.

» Les équations différentielles que j'ai obtenues fournissent immédiatement la loi générale suivant laquelle l'indice de rotation d'un rayon homogène et polarisé varie avec la couleur. La nature particulière de cette loi dépend surtout des valeurs que prennent les coefficients des divers termes d'ordre impair. Concevons, pour fixer les idées, qu'avec les termes d'ordre pair, ou plutôt avec les termes du second ordre, qui, d'après l'expérience, ont la plus grande part d'influence sur les phénomènes observés, on conserve encore les termes du troisième ordre. Alors on obtiendra précisément la loi remarquable énoncée par M. Biot relativement au cristal de roche et à un grand nombre de liquides, et l'on trouvera des indices de rotation qui seront à très-peu près réciproquement proportionnels aux carrés des longueurs des ondes. Mais la loi sera modifiée si, aux termes du deuxième et du troisième ordre, on joint des termes du premier ordre. Dans le cas général, l'indice de rotation pourra être sensiblement représenté par une fonction entière du carré du rapport qui existe entre l'unité et la longueur d'une ondulation, et par conséquent son expression sera semblable à celle que

j'ai obtenue et vérifiée, dans la théorie de la dispersion des couleurs, pour le carré de la vitesse de propagation d'un rayon lumineux. D'ailleurs les coefficients des deux ou trois termes sensibles que renfermera la fonction entière dont il s'agit, dépendront ici, comme dans la théorie de la dispersion, de la nature des forces moléculaires et de la constitution particulière du milieu isophane. M. Biot a donc eu raison de dire qu'il y a ici *une condition spéciale dépendante des milieux que la lumière traverse, et analogue à la dispersion dans la réfraction ordinaire.* (*Comptes rendus*, tome II, page 545.)

» Au reste le nouveau système d'équations différentielles que j'ai obtenu n'est pas seulement applicable à la théorie de la polarisation circulaire. En effet, ce nouveau système devra représenter généralement les lois de la propagation des mouvements infiniment petits dans un système isotrope de molécules, lors même que ces mouvements viendraient à s'éteindre en se propageant. Donc, si l'on traite en particulier la théorie de la lumière, il devra représenter les ondes planes produites par les vibrations de l'éther dans les corps isophanes, transparents ou non transparents. Or, en effet, pour que les mouvements simples représentés par le nouveau système soient du nombre de ceux qui s'éteignent en se propageant, il suffit que le coefficient des termes du deuxième ordre devienne négatif, et alors la constante qui, dans le cas contraire, représentait la vitesse de propagation des ondes, peut devenir en partie réelle, en partie imaginaire. C'était déjà en supposant cette constante composée de deux parties, l'une réelle, l'autre imaginaire, que j'étais parvenu, en 1836, à expliquer la polarisation elliptique produite par la réflexion de la lumière à la surface des métaux, et à établir des formules qui, en représentant ce phénomène, s'accordaient avec la plupart des expériences faites par M. Brewster. Mais je n'avais pas bien vu, jusqu'à ce jour, comment la supposition de laquelle j'étais parti pouvait se concilier avec la forme particulière des équations différentielles des mouvements infiniment petits dans les corps diaphanes. Cette difficulté se trouvant aujourd'hui levée, je ne doute pas que mes nouvelles formules, jointes aux lois générales que j'ai données dans mes précédents Mémoires, et qui sont relatives à la réflexion des mouvements simples, ne reproduisent exactement le phénomène de la polarisation métallique. Tel sera, au reste, l'objet d'un nouveau Mémoire que j'aurai l'honneur d'offrir prochainement à l'Académie.

» J'ajouterai ici, en finissant que l'on trouvera dans le présent Mémoire, non-seulement les nouvelles équations différentielles du mouvement

de la lumière dans les milieux isophanes, mais encore les équations propres à représenter les mouvements infiniment petits de l'éther dans les milieux non isophanes qui dévient les plans de polarisation des rayons lumineux, par exemple, dans le cristal de roche.

ANALYSE.

» Pour ne pas trop allonger cet article, je me bornerai à transcrire ici les nouvelles équations différentielles que j'ai obtenues pour représenter les mouvements infiniment petits d'un système isotrope de molécules, et en particulier les vibrations du fluide éthéré dans un milieu isophane. Ces équations sont les suivantes:

$$(1)\qquad \begin{cases} (D_t^2 - E)\xi - F D_x \upsilon = G(D_z \eta - D_y \zeta), \\ (D_t^2 - E)\eta - F D_y \upsilon = G(D_x \zeta - D_z \xi), \\ (D_t^2 - E)\zeta - F D_z \upsilon = G(D_y \xi - D_x \eta). \end{cases}$$

Dans ces mêmes équations

$$\xi,\ \eta,\ \zeta$$

représentent les déplacements d'une molécule ou plutôt de son centre de gravité, mesurés au bout du temps t, et au point (x, y, z), parallèlement aux axes coordonnés; υ désigne la dilatation du volume déterminée par la formule

$$\upsilon = D_x\xi + D_y\eta + D_z\zeta;$$

enfin les trois lettres

$$E,\ F,\ G$$

représentent trois fonctions entières de la somme

$$D_x^2 + D_y^2 + D_z^2,$$

dont la première s'évanouit avec cette somme. A la rigueur, chacune de ces fonctions entières peut être considérée comme composée d'une infinité de termes. Mais, dans la réalité, on pourra se borner à tenir compte du premier ou des deux premiers termes de chaque fonction. Lorsque la fonction G s'évanouit, les équations (1) coïncident avec les formules (13) de la page 119 du premier volume de mes *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique.* »

M. le Président annonce, d'après une communication de lord *Brougham*, associé étranger de l'Académie des Sciences morales et politiques, présent à la séance, la perte que vient de faire l'Académie des Sciences, dans la personne d'un de ses correspondants pour la section de Géométrie, M. *Ivory*.

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur une Note de* M. Passot *relative aux forces centrales.*

(Commissaires, MM. Coriolis, Cauchy rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Coriolis et moi, de lui rendre compte d'une nouvelle Note de M. Passot relative aux forces centrales.

» On se rappelle que les Commissaires nommés pour examiner un premier Mémoire relatif au même sujet ont cru ne pouvoir conclure à l'approbation de ce Mémoire. M. Passot, dans une Lettre adressée au président de l'Académie, a vivement réclamé contre quelques termes employés dans le Rapport. Il a dit qu'il avait été mal compris si l'on avait cru que son intention était d'attaquer les principes généraux de la mécanique ou du calcul infinitésimal. Comme les Commissaires pensaient que le meilleur juge du sens que l'on doit attribuer aux paroles d'un auteur est cet auteur lui-même, ils n'ont fait nulle difficulté d'admettre l'assertion de M. Passot. Ils auraient même été charmés d'apprendre que M. Passot n'avait plus aucune objection à élever contre la théorie des forces centrales, qui en réalité est une des questions fondamentales de la dynamique. Malheureusement il n'en est pas ainsi, et M. Passot assure, au contraire, qu'il a voulu exprimer très-clairement l'insolubilité de cette question, lorsqu'il a écrit : *dans l'analyse des trajectoires célestes, le temps ne peut être pris pour variable indépendante*. Il admet que, bon gré mal gré, le temps doit être pris pour variable indépendante dans les questions de mécanique en général; mais il croit voir une erreur dans le calcul relatif à la théorie des forces centrales, et il énonce à ce sujet la proposition suivante, que nous transcrivons textuellement, afin d'être bien sûrs de ne modifier en rien le sens attaché par l'auteur aux paroles dont il s'est servi :

» *Dans le calcul de la force centrale du mouvement elliptique et circulaire, si l'on veut avoir l'expression de la loi de la variation de la force en termes finis, le temps ne peut être pris pour variable indépendante, c'est-à-dire que l'on ne peut avoir sa différentielle seconde ou* $d^2 t = 0$.

» Nous avons examiné avec soin les calculs présentés par M. Passot à l'appui de cette assertion, qu'il nous était impossible d'admettre, et nous avons reconnu quelques erreurs qui se sont glissées dans ces calculs. Ainsi, en particulier, M. Passot considère les composantes algébriques de la force accélératrice appliquée à un point matériel libre comme pouvant être représentées, dans tous les cas, par les dérivées du second ordre des coordonnées de ce point matériel différentiées deux fois par rapport au temps. Or on sait que cette proposition doit être restreinte au cas où le temps est pris pour variable indépendante.

» Au reste, nous rappellerons ici une observation déjà faite dans les précédents rapports. Si les calculs de M. Passot sur le problème des forces centrales ne nous paraissent pas exacts, cela ne nous empêche pas d'apprécier les faits nouveaux auxquels il a été conduit par ses expériences.

» Dans une Lettre adressée le 24 octobre au président de l'Académie, M. Passot demande que les Commissaires veuillent bien expliquer en quoi consistent les faits qu'ils ont considérés comme nouveaux et comme constatés par ses expériences. L'explication que demande M. Passot se trouve déjà dans une note publiée par l'un des Commissaires nommés pour examiner un de ses Mémoires et insérée dans le *Compte rendu des séances de l'Académie* pour l'année 1838. Dans cette Note (2e semestre, p. 441), M. Coriolis disait positivement :

» *Le débit d'une roue* hydraulique à axe vertical *est sensiblement le même, soit qu'elle reste en repos ou qu'elle tourne assez rapidement. Le mouvement de rotation a tellement peu d'influence sur le débit, qu'on ne peut en trouver la raison dans une perte de force vive.*

» Nous ne voulons point nous occuper de la forme des nombreuses Lettres adressées par M Passot, soit au Président et aux Secrétaires de l'Académie, soit aux Commissaires nommés pour examiner ses Mémoires. Si M. Passot y réfléchit sérieusement, il comprendra que l'Académie n'a aucun intérêt à lui donner tort quand il a raison, et qu'au contraire, les Commissaires nommés par elle s'estimeront toujours heureux d'avoir des encouragements à donner aux auteurs d'inventions utiles. Avant d'ajouter foi aux fables répandues sur la fin d'Abel, M. Passot lira, dans les œuvres

mêmes de cet illustre norvégien, la notice placée en tête de l'ouvrage par l'éditeur son ami, et il y trouvera, page VII, la note suivante :

» *Un journal français dont je ne me rappelle pas le titre, m'est venu sous les yeux, où l'on a rapporté qu'Abel est mort dans la misère. On voit par les détails ci-dessus que ce rapport n'est pas conforme à la vérité.*

» Enfin, M. Passot ne s'imaginera plus que l'Académie a l'intention de s'immiscer dans les procès qu'il peut avoir avec d'autres personnes devant les tribunaux et de les lui faire perdre.

» L'Académie s'est uniquement occupée des Mémoires soumis à son examen par M. Passot lui-même. Elle admet les faits nouveaux constatés par les expériences de M. Passot, mais elle n'admet pas ses objections contre la théorie des forces centrales, et d'ailleurs elle fait des vœux pour que justice soit rendue à chacun par les tribunaux, abstraction faite des jugements qu'elle a dû porter sur l'exactitude de formules qui n'attaquent et ne peuvent attaquer en aucune manière des faits constatés par l'observation.

» L'Académie peut voir, par ce qui précède, jusqu'à quel point les Commissaires nommés par elle ont tenu à remplir les devoirs de justice, même de justice bienveillante, qui leur sont imposés envers les auteurs des Mémoires soumis à leur examen. Mais la justice même et la vérité ne leur permettent pas d'accorder que les trois composantes rectangulaires d'une force accélératrice appliquée à un point matériel libre puissent être également représentées par

$$\frac{d^2x}{dt^2}, \quad \frac{d^2y}{dt^2}, \quad \frac{d^2z}{dt^2},$$

soit que l'on prenne ou que l'on ne prenne pas le temps pour variable indépendante; et c'est précisément pour cette raison que les Commissaires croient ne pouvoir proposer à l'Académie d'approuver la *nouvelle Note de M. Passot sur les forces centrales.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un membre pour remplir la place devenue vacante, dans la Section de Géographie et de Navigation, par suite du décès de M. *de Freycinet*.

Le nombre des votants est de 50; majorité 26.

Au premier tour de scrutin,

M. le capitaine Duperrey obtient	44 suffrages,
M. Daussy....................	5
M. Bérard....................	1

M. Duperrey, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Mémoire sur un nouvel oxacide de soufre; par* MM. M.-J. Fordos *et* A. Gélis. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« On supposait que l'iode ajouté à un hyposulfite, en présence de l'eau, réagissait sur lui comme sur l'acide sulfureux libre ou combiné, et formait de l'acide sulfurique et de l'acide iodhydrique; mais il n'en est rien. Les hyposulfites absorbent une quantité considérable d'iode sans production d'acide sulfurique; car de l'hyposulfite de baryte, traité par le réactif, donne une liqueur transparente, quand on a eu soin de l'étendre préalablement de quatre ou cinq fois son poids d'eau.

» Voulant approfondir ce qui se passait dans cette réaction, nous l'avons d'abord étudiée sur l'hyposulfite de soude cristallisé, après l'avoir analysé et nous être assurés que les échantillons sur lesquels nous allions opérer avaient bien pour formule $NaO\,S^2O^2 + 5HO$. Nous nous sommes livrés à des expériences dont voici les principaux résultats :

» L'iode se dissout rapidement dans une dissolution d'hyposulfite, et la liqueur ne se colore en jaune que lorsque la saturation est complète. Le sel cristallisé absorbe un peu plus de la moitié de son poids d'iode sec, et cette quantité correspond à 1 atome ou à $\frac{1}{2}$ équivalent d'iode par équivalent de sel. Aucun acide ne devient libre pendant l'expérience, car la liqueur qui était neutre au commencement l'est encore à la fin. Il ne se forme ni acide sulfurique, ni aucun acide capable de précipiter les sels de baryte. Il ne se dégage pas d'acide sulfureux, et il ne se dépose pas de soufre.

» Comme tout le soufre reste dans les liqueurs dans un état particulier, et qu'en même temps il s'y trouve un iodure alcalin, dont la présence est facile à constater, nous avons pensé tout d'abord que l'iode avait enlevé à l'hyposulfite la moitié du sodium, et que l'oxygène combiné à cette portion de métal s'était ajouté au reste des éléments pour former un nouvel acide, analogue à celui de M. Langlois, mais contenant plus de soufre; réaction qui serait représentée par cette équation :

$$2\,(NaO\,S^2\,O^2) + J^2 = Na\,J^2 + NaO\,S^4\,O^5.$$

Un examen plus complet de la liqueur iodée est venu confirmer cette hypothèse. Lorsqu'on l'abandonne à elle-même pendant longtemps, et lorsqu'on la chauffe jusqu'à l'ébullition, elle se décompose : il se dégage de l'acide sulfureux, il se précipite du soufre et il se forme de l'acide sulfurique. On voit que cette destruction est comparable à celle que l'acide de M. Langlois éprouve dans les mêmes circonstances : toute la différence gît dans la quantité de soufre précipité, qui est double de celle qui serait fournie par l'acide sulfhyposulfurique.

» Il existe donc un acide du soufre ayant pour formule $S^4\,O^5$. Cet acide, que nous nommerons *acide hyposulfurique bisulfuré*, vient compléter une série curieuse des oxacides du soufre, dans laquelle la quantité d'oxygène restant invariable, celle du soufre augmente, comme les nombres 2, 3, 4.

Acide hyposulfurique..............................	$O^5\,S^2$
Acide hyposulfurique sulfuré (Langlois)................	$O^5\,S^3$
Acide *hyposulfurique bisulfuré*........................	$O^5\,S^4$

L'acide hyposulfureux, en le représentant par $O^5\,S^5$, pourrait terminer cette série, s'il n'en était éloigné par sa capacité de saturation.

» Ces faits, tout concluants qu'ils nous paraissent, auraient pu être regardés comme insuffisants pour faire admettre l'existence de l'acide $S^4\,O^5$, si nous n'étions parvenus à l'isoler, ainsi que quelques-uns de ses principaux composés. La propriété d'absorber $\frac{1}{2}$ équivalent d'iode par équivalent de sel appartient à tous les hyposulfites. Ainsi, lorsqu'on traite par l'iode de l'hyposulfite de plomb, délayé dans l'eau, il y a également absorption de ce métalloïde; il se forme un dépôt jaune et cristallisé d'iodure de plomb, et la liqueur tient en dissolution l'*hyposulfate bisulfuré* de ce métal. Il suffit de faire passer un excès d'acide sulfhydrique dans cette liqueur, de filtrer et de chasser l'excès d'hydrogène sulfuré par un courant de gaz pour obte-

nir le nouvel acide. Mais comme l'iodure de plomb est un peu soluble dans l'eau, et que l'action de l'iode sur l'hyposulfite est fort lente, nous nous sommes arrêtés à un autre procédé qui consiste à décomposer le sel barytique par l'acide sulfurique.

» L'iode agit très-promptement sur l'hyposulfite de baryte. Lorsqu'on veut obtenir l'*hyposulfate bisulfuré* de ce métal, il faut étendre l'hyposulfite de très-peu d'eau. A mesure que l'iode est absorbé, on voit l'hyposulfite disparaître, parce qu'il se forme de l'iodure de barium et de l'*hyposulfate bisulfuré*, tous deux solubles; mais bientôt ce dernier sel, ne trouvant plus assez d'eau pour se dissoudre, se précipite en flocons qui augmentent de plus en plus et ne tardent pas à faire prendre en masse toute la liqueur. Lorsque la saturation est complète, on traite cette bouillie épaisse par de l'alcool concentré qui dissout l'excès d'iode employé et l'iodure de barium formé, et laisse l'*hyposulfate bisulfuré* de baryte.

» La poudre blanche ainsi obtenue est très-soluble dans l'eau; on la dissout dans une très-petite quantité de menstrue, on filtre la dissolution, et par l'évaporation spontanée on obtient, en peu de temps, de beaux cristaux d'*hyposulfate bisulfuré de baryte.*

» On obtient encore plus facilement ces cristaux en ajoutant de l'alcool à une dissolution aqueuse.

» Ce sel se conserve facilement à la température ordinaire, mais il ne peut être chauffé sans se décomposer; et, calciné dans un creuset, il donne de l'eau, de l'acide sulfureux, du soufre qui se dégagent, et du sulfate de baryte reste pour résidu.

» Ce sel, par ses propriétés, ne peut être comparé qu'avec celui de M. Langlois, mais l'analyse ne permet pas de les confondre.

» Lorsqu'on traite ce sel dissous dans 100 parties d'eau par un courant de chlore, on obtient un certain poids de sulfate de baryte, et la liqueur chlorée, traitée par l'azotate de baryte, donne une quantité de sulfate de baryte trois fois plus grande que celle obtenue primitivement. Enfin la même liqueur contient 7 équivalents d'acide chlorhydrique pour 1 équivalent de sel employé; ce qui confirme la formule BaO, S^4O^5.

» Nous nous sommes servis de l'*hyposulfate bisulfuré de baryte* pour préparer presque tous les autres; il nous a servi également à obtenir l'acide libre, et nous avons employé pour cela le procédé suivi par MM. Gay-Lussac et Walter pour isoler l'acide hyposulfurique.

» L'acide *hyposulfurique bisulfuré* n'est guère plus altérable que l'acide hyposulfurique; il est possible de lui faire atteindre un degré assez avancé

de concentration. Il est incolore et transparent, et, si on le fait bouillir, il se décompose en soufre, acide sulfureux et acide sulfurique.

» L'acide *hyposulfurique bisulfuré*, libre ou combiné, n'est pas altéré par les acides chlorhydrique et sulfurique. L'acide azotique, au contraire, en précipite du soufre.

» Il ne précipite pas les sels de zinc, de fer, de cuivre, etc.

» Il précipite en blanc le protochlorure d'étain et le bichlorure de mercure.

» Il donne, avec le proto-azotate de mercure, un précipité jaunâtre qu'un excès d'acide fait passer au noir. Le précipité qu'on obtient avec l'azotate d'argent est blanc d'abord; après quelques secondes il jaunit, puis enfin il devient noir.

» Ces caractères, réunis à ceux que nous avons déjà indiqués, distinguent suffisamment l'acide que nous avons obtenu de tous les composés oxygénés du soufre décrits jusqu'à ce jour.

» Indépendamment de l'intérêt que la formation de ce nouvel acide donne à la réaction de l'iode sur les hyposulfites, elle en acquiert un nouveau par l'application qu'on peut en faire au dosage des mélanges des différents composés oxygénés du soufre, analyse qui présente beaucoup de difficultés dans l'état actuel de la science.

» En partant de cette réaction, nous sommes arrivés à la découverte d'un procédé d'analyse très-exact, qui nous a été d'un grand secours dans des recherches dont nous aurons l'honneur d'entretenir très-prochainement l'Académie. »

BOTANIQUE. — *Mémoire sur le* Lactucarium; *par* M. AUBERGIER. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Serres, Dumas, Payen.)

« Lorsqu'on pratique des incisions aux tiges de la laitue montée à l'époque de la floraison, il s'en échappe un suc laiteux, d'une grande amertume, qui se dessèche rapidement au contact de l'air; ce suc a été nommé Lactucarium; dans tous les temps il a été comparé au suc de pavot. Cette comparaison a paru aussi bien fondée sous le rapport de l'action médicale que sous celui des caractères physiques, au docteur Coxe, qui a expérimenté le lactucarium à Philadelphie; à Duncan, et quelques-uns de ses compatriotes qui l'ont expérimenté à Édimbourg; et enfin au docteur Bidault de Villiers, qui a répété en France les expériences faites en Amérique et en

Angleterre. Tous ces observateurs se sont accordés pour reconnaître que le Lactucarium possède les propriétés calmantes de l'opium sans en avoir les inconvénients, c'est-à-dire qu'il ne produit ni la constipation opiniâtre, ni la congestion cérébrale qui accompagnent souvent l'usage de ce dernier médicament. Comme on se procurait par incisions de si petites quantités de suc, que le docteur Bidault de Villiers avoue n'en avoir jamais possédé à la fois plus de 15 grammes, on a été obligé de remplacer le Lactucarium par un extrait préparé avec la plante entière.

» Je ne pouvais donc espérer résoudre le problème que je m'étais proposé qu'en choisissant pour les cultiver des espèces dont le suc laiteux aurait la même composition et les mêmes propriétés que celui de la laitue cultivée, mais dont les tiges prendraient plus de développement que celles de mes premières plantations. En prenant ainsi pour guide la loi des analogies entre les végétaux appartenant aux mêmes groupes, je suis arrivé à un résultat singulier : dans certaines espèces le suc laiteux, au lieu d'être amer, est au contraire fade et douceâtre. Il contient beaucoup de mannite, mais pas de principe amer et n'a aucune propriété calmante. Je citerai, comme exemple, les *Lactuca stricta, acuminata,* et *elongata* de l'Amérique septentrionale. Mais dans d'autres espèces, ainsi que je m'y attendais, le suc laiteux a la même composition chimique, les mêmes propriétés médicales que celui de la laitue cultivée : parmi celles-ci, la plus remarquable, la plus intéressante surtout sous le point de vue qui m'occupait, était indiquée, pour ainsi dire par le nom qu'elle porte ; c'est l'*altissima,* dont les tiges atteignent par la culture jusqu'à 3 mètres de hauteur et 4 centimètres de diamètre. Il en résulte qu'on peut recueillir par incisions des quantités de suc laiteux telles, que je ne crains pas d'avancer que le lactucarium conserverait sur l'opium, pour le prix, la prééminence qu'on lui a attribuée sous le rapport des propriétés médicales.

» Au moment où il s'échappe des incisions, le suc offre la couleur et la consistance de la crème ; bientôt il se coagule et se colore en jaune, puis en brun, et il se dessèche assez promptement, en perdant 71 pour 100 de son poids; souvent il se couvre d'efflorescences cristallines, que le docteur Bidault de Villiers attribuait à un alcali végétal, et qui ne sont autre chose que de la mannite; sous l'influence des alcalis, le suc frais se colore en rose et sa solution précipite les persels de fer en brun, tandis que la liqueur qui surnage le précipité devient verte.

» L'analyse du lactucarium, qui m'a conduit à établir l'identité du suc dans certaines espèces, a donné les résultats suivants :

» Une matière amère cristallisable, de la mannite, de l'asparamide; une matière cristallisable colorant en vert les persels de fer; une résine électro-négative combinée à la potasse, une résine indifférente, de l'ulmate de potasse, de la cérine, de la myricine, de la pectine, de l'albumine, de l'oxalate acide de potasse, du malate de potasse, du nitrate de potasse, du sulfate de potasse, du chlorure de potassium, du phosphate de chaux et de magnésie, des oxydes de fer et de manganèse, et enfin de la silice.

» On voit, d'après cette analyse, que la lactescence du suc de la laitue est due à un mélange de cire et de résine et non au caoutchouc, comme Schrœder et Pfaff l'avaient avancé. C'est une émulsion végétale à base de cire qui se rapproche de celle que fournit l'arbre de la vache dont M. Boussingault nous a fait connaître la nature.

» Quant à la coloration en rose par les alcalis, elle est due à la matière cristallisable qui colore en vert les persels de fer; on la trouve généralement répandue, ainsi que la mannite, dans le suc laiteux des chicoracées.

» Cette matière présente des propriétés remarquables qui rappellent le rôle attribué à cet être hypothétique que l'on nommait extractif, et que l'on regardait comme commun à tous les sucs végétaux. En effet, elle s'altère facilement au contact de l'air, surtout sous l'influence des alcalis et de la chaleur; le dernier terme de cette altération est l'acide ulmique, mais il est précédé par diverses transformations auxquelles j'attribue les phénomènes de coloration que j'ai signalés dans le suc de laitue, lorsqu'il est exposé à l'air. La présence dans beaucoup de plantes de cette espèce de caméléon végétal permet d'élever des doutes sur l'existence de la variété de tannin caractérisée par la propriété de précipiter les persels de fer en brun, en donnant à la liqueur qui surnage une couleur verte. Dans les solutions du lactucarium, le précipité est formé d'une résine électro-négative, d'acide ulmique et d'oxyde de fer, et l'on sait maintenant que c'est une substance bien définie qui donne à la liqueur qui surnage le précipité cette couleur verte regardée comme caractéristique.

» La substance la plus intéressante isolée dans cette analyse, est certainement la matière amère que j'ai obtenue à l'état cristallin, et qui est au lactucarium ce que la morphine est à l'opium, à cela près que la morphine est alcaline et que la matière active du lactucarium est neutre. Cette matière, presque insoluble dans l'eau à froid, est plus soluble à chaud; elle se sépare par le refroidissement en paillettes nacrées ressemblant à l'acide borique; elle est soluble dans l'alcool faible et l'alcool fort, mais plus à chaud qu'à froid; elle est complétement insoluble dans l'éther : chauf-

fée, elle se charbonne sans se sublimer; sa solution s'altère sous l'influence des alcalis, et l'amertume disparaît sans qu'un acide puisse la faire revenir. »

A la Note de M. Aubergier est jointe une quantité notable de lactucarium obtenu de la *Lactuca altissima*, et destinée à être employée dans les expériences qui auront pour objet de constater soit la composition chimique de ce produit, soit ses propriétés thérapeutiques.

CHIRURGIE.— *Note sur le traitement des tumeurs du sein; par* M. **Tanchou.**

(Commission précédemment nommée.)

L'auteur passe successivement en revue les principales méthodes de traitement qui lui paraissent infidèles ou redoutables, et il s'élève contre l'ablation par l'instrument tranchant, comme contre l'emploi des caustiques. Parmi les méthodes qui lui ont le mieux réussi, et qui doivent d'ailleurs varier suivant les cas, il insiste sur la compression exercée à l'aide d'appareils qu'il a imaginés, appareils qui ont pour résultat de rendre cette compression uniforme et de permettre de la graduer suivant la sensibilité de l'organe malade. M. Tanchou fait, du reste, concourir avec ces moyens mécaniques l'application à l'extérieur de sachets contenant des substances à l'état pulvérulent, et l'administration à l'intérieur de certains médicaments dont il donne la formule.

M. **Cornay** présente les instruments qu'il emploie pour l'*embaumement* des cadavres.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Pariset* à la place d'académicien libre vacante par suite de la mort de M. *Pelletier.*

Sur l'invitation de M. le Président, M. Pariset prend place parmi ses confrères.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce annonce que l'ouvrage de feu M. *Audouin*, ayant pour titre « *Histoire des insectes nuisibles à la vigne et principalement de la pyrale,* » est aujourd'hui complétement terminé, et que l'Académie, qui n'a encore reçu qu'une seule livraison de l'exemplaire qui lui est accordé, peut faire prendre dans les bureaux de l'administration, les livraisons suivantes.

M. le Directeur de l'Administration des Douanes adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le «*Tableau du commerce général de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année* 1841. »

géologie. — *Sur une source d'eau douce dans la petite île de San-Pietro di Castello, à Venise.* — Extrait d'une Note de M. d'Hombres-Firmas.

« ... Dans certaines excavations qu'avait fait faire pour ses travaux hydrauliques M. Casoni, ingénieur-hydrographe de l'arsenal de Venise, il avait observé de petits filets d'eau qui n'était point salée comme l'eau de mer. Cette eau perdait-elle une partie de sa salure en se filtrant dans les terres, ou bien était-ce de l'eau douce qui se mélangeait avec l'eau salée? C'est ce qu'il importait de connaître. Pour arriver à la solution de la question, le savant ingénieur fit faire un creux dans une vigne au milieu de l'île *San-Pietro di Castello,* qui dépend de l'arsenal; des filets d'eau qui suintaient des parois le remplirent assez vite, et cette eau, sans être bonne à boire, n'était pas à beaucoup près salée comme celle de la mer. M. Casoni eut alors l'idée de vider son puits avec des pompes, et de goûter séparément l'eau qui arrivait à diverses profondeurs; et il trouva qu'à $2^m,56$ c'était la plus douce et la plus abondante en même temps. M. Bizio, chimiste distingué de Venise, constata qu'elle ne con-

tenait rien de nuisible à la santé, et M. le docteur Ant. Galvani, qui l'analysa plus tard, partagea la même opinion. »

M. d'Hombres-Firmas est porté à regarder l'eau douce de San-Pietro di Castello, non comme le résultat de l'infitration des eaux pluviales qui ont d'abord séjourné à la surface de cette petite île, mais comme une véritable source, qui prendrait sa naissance en quelque point des montagnes de la terre ferme, et il ne serait pas éloigné, d'après cette indication, de croire à la possibilité d'établir à Venise les puits artésiens, si l'on poussait le forage jusqu'à une profondeur suffisante.

CHIRURGIE. — *Sur un kyste pileux de l'ovaire qui s'est ouvert à la fois dans l'intérieur de la vessie et à l'extérieur de l'abdomen.* — Note de M. H. LARREY.

« Une femme des environs d'Évreux, nommée Rose B., âgée de trente-trois ans, bien constituée, mariée jeune et devenue mère trois fois, vit, peu de jours après son dernier accouchement (c'était en 1836), une tumeur assez douloureuse se manifester vers le bas-ventre, un peu à gauche et au-dessous de l'ombilic; bientôt les urines devinrent purulentes et glaireuses par le mélange d'une matière grasse d'aspect oléagineux. La gêne et les douleurs éprouvées par cette femme nécessitaient du repos et des soins qui furent négligés pendant longtemps.

» Cet état durait depuis cinq ans environ, lorsque, dans le courant de janvier 1841, la tumeur qui s'était accrue peu à peu et circonscrite entre l'ombilic et le pubis, s'ouvrit à la surface de l'abdomen par un travail d'inflammation, laissa sortir d'abord du pus de diverse nature, ensuite un détritus de substance calcaire, et trois semaines après une production pileuse sous forme de cheveux plus ou moins longs, que la malade enlevait souvent elle-même, et qui représenta plus tard une longue mèche adhérente au fond de l'ouverture fistuleuse et saillante au dehors. Au bout de quatre mois, cette voie anormale donna issue à l'urine qui dès lors s'en écoula continuellement, tandis que le canal de l'urètre livrait passage aussi à du pus, à des cheveux, à des graviers et même à une concrétion ossiforme. Une pierre enfin se développa dans la vessie et ajouta une complication nouvelle à cette grave affection.

» Tel était le triste sort de la malade, lorsqu'au mois de décembre dernier, elle fut envoyée à Paris par l'un des médecins qu'elle avait consultés, M. le docteur Lebouy, et adressée par lui à l'hôpital des cliniques

de la Faculté, où je suppléais, comme agrégé, M. le professeur Jules Cloquet.

» L'examen le plus attentif nous fit diagnostiquer une fistule urinaire sous-ombilicale déterminée par l'inflammation d'un kyste pileux de l'ovaire gauche, qui s'était ouvert à la fois dans l'intérieur de la vessie et à la surface de l'abdomen, et dont les différents produits avaient sans doute servi de noyau à un calcul. La pauvre malade souffrait tant quelquefois, et avait un tel dégoût de son infirmité, qu'elle annonçait une ferme résolution de se soumettre à toutes les chances de la chirurgie, dans l'espoir de guérir.

» Ce n'est qu'après avoir pris des conseils utiles, que je me décidai à pratiquer chez cette femme une opération grave, fondée sur les principes de la taille hypogastrique : inciser la fistule directement en bas, explorer le kyste, extirper une tumeur fibreuse à laquelle était implantée la mèche de cheveux, et débrider la plaie avec les précautions nécessaires pour ne pas léser les gros vaisseaux adossés à sa paroi postérieure ; pénétrer ensuite dans la vessie, après avoir fendu le trajet de communication ; saisir enfin le calcul et l'extraire par la même ouverture, tel fut le résultat de cette opération, que je pratiquai avec l'assistance éclairée de MM. Voillemier et Cloquet neveu, internes de la Clinique, en présence de plusieurs médecins et d'un assez grand nombre d'élèves.

» Elle avait été supportée par la malade avec beaucoup de courage, et elle ne fut suivie d'aucun accident notable : une sonde placée à demeure dans la vessie, des pansements méthodiques et les soins les plus assidus, assurèrent la guérison, qui faillit cependant être compromise d'une manière funeste par une variole confluente ; mais enfin la cicatrice de la plaie, bien consolidée depuis cinq mois, n'a plus besoin que d'un bandage pour être maintenue comme une hernie de la ligne blanche. »

ASTRONOMIE. — *Note sur la première comète de l'année 1301, tirée de la grande collection des historiens de la Chine; par* MM. **Stanislas Julien** et **Édouard Biot**.

Nous nous contenterons de mentionner aujourd'hui la présentation de cet extrait, qui est le résultat de recherches faites à la demande de M. le directeur de l'Observatoire. Les données qu'il renferme, étant plus complètes que celles qui avaient été fournies à Pingré par le père Gaubil, permettront probablement d'établir sur des bases plus certaines l'identité

de la comète observée par les astronomes chinois avec celle du 28 octobre. M. Laugier va s'occuper de cette comparaison et en fera connaître prochainement les résultats à l'Académie.

M. **Arago** annonce que, d'après les observations faites à Paris par MM. *Laugier* et *E. Bouvard*, et celles qui ont été faites à Reims par M. *Coulvier-Gravier*, il paraît que la nuit du 12 au 13 novembre n'a point été marquée par une apparition extraordinaire d'étoiles filantes. Il sera intéressant de continuer ces observations, non plus pour constater la périodicité, qui est désormais hors de doute, mais pour s'assurer s'il ne s'opérerait pas un petit déplacement dans les nœuds de ces astres.

M. **Longchamp** écrit relativement à un changement qu'il serait avantageux, suivant lui, d'opérer dans la nomenclature chimique. « Il importe peu, dit-il, que le nom d'un corps simple soit formé de telle ou telle combinaison de syllabes; mais, ce qui est important, c'est que la même combinaison ne désigne pas deux choses différentes : or c'est pourtant ce qui a lieu dans le langage scientifique, où les deux mêmes syllabes sont destinées à rappeler tantôt l'idée d'eau et tantôt celle d'hydrogène. Ainsi, pour ne parler que du langage chimique, la terminaison *hydrique* signifie *eau* dans *sulfate hydrique* et *hydrogène* dans *acide sulfhydrique*. On remédierait, poursuit l'auteur, à cet inconvénient en renonçant au mot *hydrogène*, mot qui, par cela seul qu'il est composé, ne semble pas trop bien choisi pour désigner un corps simple. Le mot *couphos* (léger) me paraît plus convenable; on aurait ainsi oxyde de couphos (eau), oxyde couphique (eau oxygénée), carbure de couphos (carbure d'hydrogène), etc. »

M. **Castel** prie l'Académie de vouloir bien comprendre son nom parmi ceux des candidats pour la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par suite du décès de M. *Double*. M. Castel joint à cette demande la liste de ses principaux travaux.

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

L'**Académie des Sciences de Bavière** adresse, par l'organe de son Président, des remercîments pour le don qui lui a été fait des *Comptes rendus des séances de l'Académie*.

M. l'Évêque d'Amata (Océanie centrale) annonce le prochain départ d'une mission destinée pour les Nouvelles-Hébrides, la Nouvelle-Calédonie, les îles Fidgi, Samoa et Tonga. Devant se fixer dans ces îles, qui n'ont guère été jusqu'à présent visitées qu'en passant par des hommes éclairés, les missionnaires ont pensé qu'ils pourraient employer utilement pour l'agrandissement des connaissances humaines le temps qui ne serait pas rempli par les devoirs de leur ministère; ils offrent donc à l'Académie de s'occuper dès leur arrivée et d'une manière suivie, des observations scientifiques qu'elle voudrait bien leur indiquer comme les plus utiles à faire dans cette partie du monde.

Une Commission, composée de MM. de Mirbel, Arago, Becquerel, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire et Babinet, est chargée de rédiger des instructions à ce sujet, de s'entendre avec MM. les missionnaires pour les exercer aux observations qui seraient recommandées à leur zèle, et d'aviser aux moyens de leur procurer les instruments nécessaires.

M. de Champeaux demande l'autorisation de reprendre divers Mémoires qu'il a successivement présentés et qui n'ont pas encore été l'objet de rapports.

Un des Mémoires réclamés se trouvait entre les mains de M. de Freycinet, rapporteur désigné, et sera demandé à sa famille. Les autres seraient prochainement l'objet d'un Rapport si M. de Champeaux ne persistait pas dans la résolution de les retirer. MM. les Commissaires sont invités à s'entendre avec lui à ce sujet.

M. Bravais demande à reprendre un Mémoire qu'il avait présenté, et qui a rapport aux *lignes d'ancien niveau de la mer sur les côtes du Finmark,* ce travail devant faire partie de l'ouvrage que s'apprête à publier la Commission scientifique de la dernière expédition dans le nord de l'Europe, expédition à laquelle l'auteur était attaché. Cette éventualité ayant été prévue dans les conclusions du Rapport fait sur le Mémoire de M. Bravais (voir *Comptes rendus,* séance du 31 octobre 1842, p. 849), l'Académie juge qu'elle peut, sans déroger à ses usages, accorder l'autorisation demandée.

M. Flourens présente, au nom de l'auteur, M. Stéphane Vizer, une carte du diocèse de Veszprim, en Hongrie. Cette carte, qui est le fruit de

dix années de travaux, comprend les trois comtés de Veszprim, Schimegh et Zalad. La position de trente-neuf points a été fixée par des observations astronomiques; les longitudes sont rapportées à celle de l'Observatoire de Bude.

M. Gagnage annonce l'intention de soumettre au jugement de l'Académie un procédé qu'il a imaginé pour la *conservation des substances animales*.

La séance est levée à cinq heures et un quart. F.

ERRATUM. (Séance du 7 novembre.)

Page 900, lignes 4 et 6, *au lieu de* M. Duperré, *lisez* M. Duperrey.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 19; in-4°.

Administration des Douanes. — Tableau général du Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1841; 1842; in-4°.

Académie royale de Médecine. — Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, par l'Académie royale de Médecine, sur les Vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1840; in-8°.

Perforations spontanées de l'Estomac; par M. A. LEFÈVRE; in-8°.

De l'Esprit de l'Éducation; Science, Religion et Politique à l'usage des jeunes gens qui ont fini leurs études; par M. A. GRIMAUD (de Caux); 1 vol. in-12.

Grammaire grecque systématique et raisonnée, et Dictionnaire étymologique de tous les mots français qui viennent du grec ancien; par M. E. MARCELLA; 19 feuilles ½ in-8°.

Les bases physiologiques de la Médecine; par M. le docteur CASTEL; première partie; in-8°.

Recueil de la Société Polytechnique; tome XIX; septembre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; novembre 1842; in-8°.

Annales des Sciences géologiques; août 1842; *par* M. RIVIÈRE; in-8.

Le Technologiste, ou *Archives du progrès;* novembre 1842; in-8°.

Sur la différence des longitudes des Observatoires royaux de Greenwich et de Bruxelles, déterminée au moyen de chronomètres, par MM. SHEEPSHANKS *et* QUETELET. (Extrait du tome XVI des *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles.*) In-4°.

Bibliothèque universelle de Genève; août 1842; in-8°.

La Théorie des Glaces et ses progrès les plus récents; par M. AGASSIZ; in-8°.

Mappa geographica Almæ Diocesis Weszprimiensis per inclytos comitatus, Weszprim, Simigh et Zala, extensæ; atque in quinque archidiaconatus et octodecim districtus divisæ : astronomicis observationibus et trigonometricis operibus superstructa, anno 1841; opera STEPHANI VIZER.

Fisica... *Physique des Corps pondérables et Traité de la Constitution générale des Corps; par* M. AVOGADRO; tomes III et IV; Turin; in-8°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 46.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 133 à 135.

L'Expérience; n° 280.

L'Écho du Monde savant; n° 36; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — OCTOBRE 1842.

Jours du mois.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	760,99	+ 7,2		761,90	+ 8,8		762,24	+ 9,3		763,25	+ 8,5		+ 9,8	+ 6,5	Couvert	N. E.
2	764,58	+ 9,1		763,70	+12,5		762,08	+12,8		760,75	+ 9,1		+14,0	+ 3,5	Beau, quelques nuages	E. N. E.
3	757,23	+10,0		755,97	+14,0		754,67	+15,3		754,32	+11,0		+15,9	+ 3,7	Beau	E. N. E.
4	753,88	+11,6		754,12	+13,2		754,34	+13,1		757,01	+ 9,7		+14,0	+ 8,1	Très-nuageux	N. N. E.
5	760,48	+ 9,2		760,69	+13,0		760,40	+13,8		762,11	+10,0		+14,0	+ 5,9	Nuageux	E. N. E.
6	763,81	+ 8,7		763,63	+12,8		763,10	+14,1		763,87	+10,1		+14,7	+ 4,0	Très-nuageux	N.
7	763,87	+11,0		763,57	+14,7		762,70	+15,4		763,10	+11,2		+16,0	+ 7,0	Nuageux	N.
8	763,93	+12,5		763,27	+15,6		764,19	+15,8		765,90	+11,8		+16,0	+ 9,0	Très-nuageux	N.
9	767,85	+ 9,0		767,26	+14,0		766,88	+15,6		767,06	+11,2		+15,8	+ 6,7	Beau	N. E.
10	767,54	+10,0		766,85	+13,5		765,93	+14,5		765,99	+10,8		+15,0	+ 7,1	Beau, quelques nuages	E. N. E.
11	765,36	+ 8,3		765,16	+12,6		763,93	+14,6		762,91	+10,4		+14,8	+ 5,2	Beau	E. N. E.
12	761,95	+11,8		761,43	+13,8		760,41	+12,9		760,96	+11,4		+14,0	+ 7,9	Couvert	N. E.
13	761,22	+ 9,5		760,72	+12,6		760,49	+13,7		761,88	+11,2		+13,9	+ 8,0	Couvert, quelq. éclaircies.	N. E. fort.
14	762,90	+10,1		762,40	+12,9		761,93	+13,6		762,94	+10,5		+14,1	+ 8,0	Nuageux	N. E.
15	763,63	+10,0		763,40	+12,6		762,69	+12,8		762,74	+ 9,6		+13,6	+ 6,8	Nuageux	N. N. E.
16	762,27	+ 7,2		761,47	+12,0		760,38	+13,2		760,44	+ 7,5		+13,8	+ 4,2	Beau	E. N. E.
17	757,78	+ 6,6		756,35	+10,3		754,08	+12,7		751,70	+ 6,2		+13,2	+ 2,1	Beau	E. N. E.
18	748,02	+ 4,6		744,97	+13,6		742,44	+15,4		737,70	+12,3		+15,7	+ 0,3	Nuageux	E. N. E.
19	739,00	+ 8,2		740,61	+10,3		742,16	+10,8		745,58	+ 5,4		+11,8	+ 7,6	Très-nuageux	O.
20	750,03	+ 4,8		750,32	+ 8,8		750,36	+10,0		752,81	+ 3,9		+10,4	+ 1,8	Très-nuageux	N. N. O.
21	754,40	+ 2,8		754,54	+ 7,8		754,93	+ 7,9		756,52	+ 4,0		+10,0	+ 0,0	Vapeurs	O. S. O.
22	755,92	+ 4,2		753,67	+ 8,3		750,71	+ 8,5		743,42	+ 6,2		+ 9,2	+ 0,9	Très-nuageux	S. O.
23	735,55	+ 7,6		734,56	+10,2		733,79	+10,9		735,61	+ 7,8		+11,0	+ 5,3	Couvert	S. O. violent.
24	739,17	+ 6,2		740,00	+ 8,0		741,62	+ 8,3		746,98	+ 5,4		+ 9,0	+ 5,1	Couvert	S. O.
25	753,66	+ 5,8		754,73	+10,7		752,58	+10,3		749,75	+ 8,9		+11,1	+ 3,2	Nuageux	S. S. O.
26	750,90	+ 6,5		751,90	+ 8,5		751,72	+ 8,4		752,81	+ 4,8		+10,2	+ 4,9	Couvert	O.
27	755,85	+ 6,1		755,42	+ 9,8		755,27	+ 9,4		755,77	+ 6,9		+10,9	+ 2,4	Nuageux	S. O.
28	751,07	+ 6,9		750,08	+ 9,4		749,56	+ 9,7		750,73	+ 3,7		+10,2	+ 5,1	Couvert, quelq. éclaircies.	O. S. O.
29	751,95	+ 0,2		752,65	+ 2,7		753,18	+ 3,6		755,13	+ 3,9		+ 4,0	— 1,0	Brouillard épais	S. O.
30	759,84	+ 4,5		761,22	+ 8,5		762,02	+10,4		764,09	+ 4,6		+10,5	+ 3,0	Nuageux	N.
31	766,40	+ 2,7		766,30	+ 6,7		765,78	+11,6		765,82	+ 7,8		+10,0	— 0,5	Couvert, brouillard	N. N. O.
1	762,42	+ 9,8		762,10	+13,2		761,65	+14,0		762,34	+10,3		+14,5	+ 6,1	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	757,22	+ 8,1		756,68	+11,9		755,89	+13,0		755,97	+ 8,8		+13,5	+ 5,2	.. Moy. du 11 au 20	Cour. 2,868
3	752,25	+ 4,9		752,28	+ 8,2		751,92	+ 9,0		752,42	+ 5,8		+ 9,6	+ 2,6	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 2,348

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 NOVEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Loi de composition des principaux acides gras ; par* M. **Dumas**.

« En partant de l'acide margarique $C^{68}H^{68}O^4$, si bien étudié par M. Chevreul, et soustrayant le carbone et l'hydrogène par équivalents égaux C^4H^4, on forme une série de dix-sept acides, dont neuf sont déjà connus au moins, qui renferme les principaux acides gras et qui vient rattacher par des liens imprévus l'acide margarique à celui qui en semble le plus éloigné, l'acide formique.

$C^{68}H^{68}O^4$	acide margarique.
$C^{64}H^{64}O^4$	acide éthalique, du blanc de baleine.
$C^{60}H^{60}O^4$	
$C^{56}H^{56}O^4$	acide myristique, de la noix muscade.
$C^{52}H^{52}O^4$	acide cocinique, du beurre de coco.
$C^{48}H^{48}O^4$	acide laurique, des baies de laurier.
$C^{44}H^{44}O^4$	
$C^{40}H^{40}O^4$	
$C^{36}H^{36}O^4$	acide caprique ?
$C^{32}H^{32}O^4$	
$C^{28}H^{28}O^4$	acide œnanthylique.
$C^{24}H^{24}O^4$	acide caproïque ?
$C^{20}H^{20}O^4$	acide valérianique.
$C^{16}H^{16}O^4$	acide butyrique ?
$C^{12}H^{12}O^4$	
$C^8H^8O^4$	acide acétique.
$C^4H^4O^4$	acide formique.

» Il est très-digne de remarque que les acétates anhydres possèdent tous l'aspect nacré qui caractérise les savons.

» Dans cette série, les acides du haut de l'échelle sont les moins fusibles, la fusibilité augmente régulièrement à mesure qu'on se rapproche du bas.

» L'existence d'un acide $C^{72}H^{72}O^4$, qui m'est presque démontrée, rend probable que l'échelle ne s'arrête pas à l'acide margarique.

» Il est du plus grand intérêt, non-seulement de compléter cette série, de comparer les caractères physiques des corps qu'elle renferme, mais aussi de comparer les alcools, éthers et carbures d'hydrogène qui correspondent à ces divers acides, comme l'éthal et le cétène correspondent à l'acide éthalique. C'est à quoi peut conduire une étude plus approfondie des diverses matières grasses, comme j'espère le démontrer bientôt.

» Dans tous ces acides, on trouve un carbure d'hydrogène isomérique avec le gaz oléfiant, ce qui confirme et précise les rapports généraux observés par notre confrère, M. Chevreul, dans ses Recherches vraiment classiques sur les corps gras. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — **M. Arago** rappelle verbalement les expériences de polarisation qui ont conduit graduellement les physiciens partisans du système des ondes, à admettre que les mouvements moléculaires de l'éther s'opèrent perpendiculairement à l'axe de tout rayon lumineux, perpendiculairement à la ligne droite suivant laquelle tout rayon se propage. L'hypothèse n'a pas été accueillie d'emblée. Il n'a fallu rien moins, pour vaincre de nombreuses hésitations, que les étranges phénomènes d'interférence offerts par les rayons polarisés. Eh bien! M. Arago a trouvé qu'à une époque déjà ancienne, que dans l'année 1672, un savant illustre, le docteur Robert Hooke, constituait déjà les ondes lumineuses comme nous venons de le dire, et cela sans y être forcé par aucun fait expérimental, sans la moindre idée anticipée de la polarisation et du rôle qu'elle joue aujourd'hui dans les interférences lumineuses. Le passage du célèbre auteur de la *Micrographie* qui a donné lieu à la communication de M. Arago, existe à la page 12 du tome III de l'*Histoire de la Société royale de Londres*, par *Birch*. Ce passage le voici : « The motion of light in an uniform medium, » in which it is generated, is propagated by simple and uniform pulses or » waves, which are at right angles with the line of direction. » (Le mouvement de la lumière dans un milieu uniforme où elle est engendrée, est propagé par des pulsations ou des ondes qui sont à angles droits avec la direction que suit la lumière.)

M. **Flourens**, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de l'ouvrage qu'il publie en ce moment, et qui a pour titre : *Recherches sur le développement des os et des dents,* s'exprime ainsi :

« L'Académie connaît déjà plusieurs parties de cet ouvrage par les Mémoires que je lui ai lus à différentes époques.

» Je me borne donc aujourd'hui à lui rappeler les principaux résultats de mon travail.

» Ces résultats sont au nombre de quatre, savoir :

» 1°. Que les os croissent en grosseur par couches externes et superposées;

» 2°. Qu'ils croissent en longueur par couches terminales et juxtaposées ;

» 3°. Que, à mesure que des couches nouvelles sont déposées à la face externe de l'os, des couches anciennes sont résorbées à sa face interne ;

» Et 4°. Que l'ossification consiste dans la transformation, régulière et successive, du périoste en cartilage et du cartilage en os.

» Un fait d'un ordre plus général, et qui ressort également de toutes les expériences de mon livre, est le fait de la *mutation continuelle de la matière,* fait jusqu'ici plutôt soupçonné que démontré, fait singulier qui semble dégager, par un mécanisme visible, la matière de ses ressorts secrets, et qui marque à la physiologie son véritable objet, l'étude des forces. »

M. **Sturm** fait hommage à l'Académie de deux opuscules ayant pour titres, l'un : « *Note sur un Mémoire de M. Chasles* »; l'autre : « *Démonstration d'un théorème d'algèbre de M. Sylvester* ».

M. **Cauchy** dépose sur le bureau la 19e livraison du tome II de ses « *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique* ».

RAPPORTS.

ZOOLOGIE. — *Rapport sur un manuscrit de* M. **Guérin-Méneville** *portant le titre de* « Texte explicatif de l'Iconographie du Règne animal de G. Cuvier ».

(Commissaires, MM. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Milne Edwards, Duméril rapporteur.)

« Nous avons été chargés par l'Académie, MM. Isid. Geoffroy Saint-Hi-

laire, Milne Edwards et moi, d'examiner un manuscrit de M. Guérin-Méneville destiné à servir de texte et d'explication à la série des quatre cent cinquante planches publiées par cet habile dessinateur et naturaliste, formant deux gros volumes, sous le titre d'*Iconographie du Règne animal de G. Cuvier.*

» Déjà l'Académie a entendu avec intérêt trois Rapports avantageux qui lui ont été faits successivement sur ce travail, à mesure que l'exécution s'en poursuivait, d'abord par l'auteur même de l'ouvrage, G. Cuvier, puis par son frère, Frédéric, et enfin par notre confrère M. Isid. Geoffroy-Saint-Hilaire. D'après ces honorables témoignages, les naturalistes de tous les pays, qui n'auraient pu se faire une idée exacte des objets nombreux que la zoologie doit étudier, pourront se fier à ces gravures et au besoin avoir recours à ces représentations fidèles, parce qu'elles ont été reproduites d'après les dessins coloriés faits sur les animaux mêmes que renferment nos riches collections nationales, par un homme instruit, exercé à l'art d'observer, et qui, par conséquent, en a parfaitement saisi les formes et les caractères les plus importants.

» Ce travail iconographique est maintenant tout à fait terminé. Les planches indiquent bien les noms des principaux objets que chacune d'elles représente; mais, comme le dessinateur y a joint beaucoup de détails sur les configurations les plus remarquables et sur les particularités relatives à certaines espèces, cette légende ne pouvait être appliquée aux six mille deux cents figures que l'auteur a dû réunir. Pour faire connaître et apprécier toute l'utilité de ces détails, M. Guérin s'est donc vu obligé de composer un texte explicatif, dont quelques feuilles seulement, relatives à certaines classes, avaient été livrées à l'impression. Les deux tiers au moins restaient à rédiger; ce sont ceux qui ont été plus spécialement soumis à notre examen, et dont nous allons entretenir l'Académie.

» Nous savons que l'auteur a beaucoup observé; qu'il s'est occupé, comme naturaliste, de l'étude de presque toutes les parties de la science des animaux; qu'il en a suivi les progrès et les a fait connaître dans un recueil fort estimé qu'il rédige depuis plusieurs années sous le titre de *Magasin de Zoologie.* Il s'est cependant plus particulièrement livré à l'examen des formes, des habitudes et de tout ce qui tient à l'histoire littéraire de la classe très-nombreuse des insectes, et c'est la portion de son travail manuscrit qu'il semble avoir traitée avec prédilection. On sait d'ailleurs que l'Entomologie, qui a été rédigée par Latreille, comprend les deux derniers volumes du Règne animal, et qu'elle forme ainsi à elle

seule plus des deux cinquièmes de cet important ouvrage. Il n'est point étonnant que les planches qui s'y rapportent soient au nombre de cent huit.

» Cette partie de la zoologie a en effet reçu de M. Guérin de nouvelles lumières : il a porté à la connaissance des lecteurs les diverses publications partielles faites sur quelques genres; il a pu aussi profiter de cette circonstance pour insérer dans son texte explicatif beaucoup d'observations qui lui sont propres, en rapportant à leurs genres un grand nombre d'espèces qui n'avaient pas encore été décrites. Il nous suffira d'indiquer, dans l'ordre des Coléoptères, la distribution naturelle de la tribu des Eucnémides à l'occasion du genre *Galba;* des monographies de plusieurs genres de la famille des Charançons, tels que ceux nommés *Anchonus* et *Calandra;* parmi les Cycliques, les Criocères et les Cassides.

» Les ordres des orthoptères, névroptères et hémiptères lui ont aussi fourni l'occasion de publier des observations très-intéressantes; mais c'est surtout dans celui des hyménoptères que sont consignées les plus curieuses. Nous citerons l'indication des mœurs du genre *Cephus,* dont les larves ou fausses chenilles font le plus grand tort aux céréales, en rongeant à l'intérieur la tige, car l'épi se courbe et se flétrit avant que le grain ait atteint sa maturité, fait observé d'abord en Sologne, et pour une seule espèce, par M. de Tristan. Nous indiquerons encore beaucoup de faits nouveaux ou peu connus relatifs aux espèces du genre *Atta* ou Fourmis de visite d'Amérique, et aux genres *Cryptocère, Banche, Mégachile, Euglosse,* et en général sur les habitudes de la plupart des espèces de la famille des Abeilles.

» Les explications données par M. Guérin sur les classes des crustacés, des mollusques et des zoophytes n'offrent pas moins d'intérêt et d'importance, mais il nous est impossible de relater tout ce que ce travail inédit comprend de faits curieux et d'observations nouvelles qui constatent les progrès actuels de la zoologie.

» Nous répéterons donc que l'auteur a donné la preuve qu'il était parfaitement capable d'exécuter l'immense entreprise qu'il vient de terminer heureusement, et pour laquelle l'Académie apprendra avec intérêt qu'il a été généreusement encouragé par la protection éclairée de notre savant confrère, M. Benjamin Delessert.

» S'il nous est permis maintenant de faire connaître une remarque de vos Commissaires, nous dirons que M. Guérin-Méneville, déterminé sans doute par ses propres études et par ses connaissances acquises dans les ou-

vrages qui ont paru depuis la perte immense que la science a faite de nos savants confrères, n'a peut-être pas complétement rempli les intentions de G. Cuvier et de Latreille, en dessinant de préférence des espèces étrangères ou tout à fait nouvelles, introduites par lui ou par d'autres naturalistes dans certains genres. Celles-ci en effet auraient pu être parfaitement représentées par des individus du pays, afin de faire connaître leurs formes aux novices dans la science, en faveur desquels le *Règne animal* semble avoir été plus spécialement publié. Sous un autre rapport cependant le travail de M. Guérin donne plus d'importance et de valeur à ses figures originales, qui seront recherchées et citées par les zoologistes spéciaux ou plus instruits; car ils y trouveront la représentation exacte et d'après nature d'un grand nombre d'espèces non encore figurées, et en outre l'indication de beaucoup de faits peu connus et le résumé des savantes recherches faites par un auteur consciencieux, qui n'a voulu omettre aucune des observations introduites dans la science depuis les travaux des savants français auxquels est dû le grand et bel ouvrage qui a pour titre : le *Règne animal*.

» Nous croyons encore devoir engager l'auteur, dans l'intérêt des naturalistes, à joindre à la fin de son texte explicatif une table alphabétique des genres, qui indiquera de suite la classe, la planche et le numéro de la figure qui représente l'une des espèces; car celles-ci n'ont pu être citées dans le livre que cette Iconographie doit *illustrer*, pour nous servir de l'expression adoptée depuis quelques années.

» Nous pensons que l'Académie peut exprimer à l'auteur le désir de voir bientôt publier ce texte explicatif, qui fera mieux apprécier encore toute l'utilité de cette Iconographie du Règne animal de G. Cuvier, ouvrage adopté comme guide par les naturalistes de toutes les nations. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Laugier**, *relatif aux taches du Soleil.*

(Commissaires, MM. Mathieu, Liouville, Arago rapporteur.)

« Il n'y a presque pas d'astronome qui, en entrant dans la carrière, ne cède plus ou moins à la tentation d'étudier la rotation du Soleil; de déterminer la vitesse de ce mouvement, la position de la ligne des pôles, l'inclinaison de l'équateur solaire à l'écliptique; qui ne se flatte d'arriver, par la

comparaison de ses propres résultats avec ceux de Scheiner, d'Hévélius, de Lalande, etc., à quelque importante conséquence touchant la constance ou la variabilité de ces éléments.

» Telle était sans doute l'espérance que M. Laugier avait conçue, lorsqu'en dehors des travaux quotidiens, pénibles, assujettissants qui lui sont confiés par le Bureau des Longitudes, il entreprenait les observations particulières dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte.

» M. Laugier a consigné dans son Mémoire 29 séries d'observations de 29 taches différentes. Chaque série a été calculée à part, avec le plus grand soin et par les meilleures méthodes. Leur ensemble donne

$25^{\text{jours}},34$ pour la durée de la rotation complète du Soleil autour de son centre;

$7°9'$ pour l'inclinaison de l'équateur solaire sur l'écliptique;

$75°8'$ pour la longitude du nœud ascendant de cet équateur, comptée de l'équinoxe de 1840.

» Le nombre $25^{\text{jours}},34$, diffère d'environ 2 heures du résultat donné par Lalande et presque généralement adopté. Si cette différence doit surprendre c'est surtout à cause de sa petitesse : jadis, en effet, on ne déterminait la rotation solaire qu'à l'aide de taches d'un grand diamètre et qui restaient visibles pendant plusieurs révolutions consécutives, tandis que M. Laugier est arrivé au but à l'aide d'observations séparées seulement par des intervalles d'un, de deux, de trois... et, au plus, de huit jours. Une telle hardiesse eût certainement jeté un observateur moins habile dans la plus grande confusion.

» M. Laugier a rapporté loyalement les résultats de toutes ses combinaisons partielles, sans se préoccuper en aucune manière des discordances qui pouvaient s'y trouver. Ces discordances sont assez fortes. Par exemple, dans le tableau renfermant la durée de la rotation du Soleil, nous trouvons un maximum de $26^{\text{jours}},23$ et un minimum de $24^{\text{jours}},28$, nombres qui diffèrent de la moyenne, en plus et en moins, d'environ un jour entier.

» En considérant l'ensemble des travaux exécutés par les astronomes, depuis Scheiner jusqu'à notre époque, nous étions fort disposés à croire que les grandes discordances dont il vient d'être fait mention, ne dépendaient pas simplement d'erreurs qui auraient pu se glisser dans les mesures micrométriques. Cette opinion n'est plus maintenant pour vos Commissaires à l'état de conjecture. L'auteur du Mémoire a discuté les observations

et disposé les résultats de ses calculs de manière à mettre en complète évidence que toutes les taches solaires ne se meuvent pas avec la même vitesse, qu'elles ne font pas le tour entier du Soleil dans des temps égaux.

» Transcrivons les nombres relatifs aux deux taches qui ont fourni les résultats extrêmes déjà cités, et cette importante conséquence deviendra manifeste.

» La première de ces taches, celle qui, en moyenne a conduit à une durée de rotation de $24^j,28$, n'a pu être observée que du 24 au 27 mai 1837. La première observation, celle du 24, comparée à l'observation du 27, donne $24^j,28$;

» L'observation du 25 et celle du 27 combinées, donnent $24^j,17$;

» Enfin, les observations du 24 et du 25, malgré leur extrême rapprochement, donnent $24^j,36$.

» On trouve presque le même accord en fractionnant d'une manière analogue la série qui a conduit à une rotation moyenne de $26^j,31$.

Le 20 et le 28 mai donnent	$26^j,31$
Le 21 et le 28...........	26,05
Le 20 et le 27...........	26,36
Le 20 et le 26...........	26,48
Le 23 et le 27...........	26,07

» Des observations défectueuses ne donneraient pas constamment 24 jours plus une fraction pour la première tache, et 26 jours plus une fraction pour la seconde.

» Au reste, ce n'est pas seulement sur des séries de cette nature que M. Laugier a établi le déplacement propre des taches. Il est arrivé à la même conséquence en déterminant, quand les circonstances s'y prêtaient, l'arc de la sphère solaire qui séparait deux taches visibles simultanément. Ainsi : le 29 juin 1838, deux taches étaient à 45° 47′ de distance angulaire.

Le 30, cette distance avait diminué; elle ne s'élevait plus qu'à	44° 29′
Le 2 juillet, M. Laugier trouva......................	46. 2
Le 3....................................	46.39
Le 4....................................	46.32

» Le 24 mai 1840, deux taches se trouvaient à 78° 30′ de distance angulaire. Le 27, cette distance n'était plus que de 73° 32′. En attribuant, comme tout porte à le faire, ce changement de 5° au déplacement d'une

seule des deux taches, l'auteur trouve que sa vitesse propre était de 111 mètres par seconde.

» Aux yeux de tout astronome, il y a dans ces arcs de distance des différences évidemment supérieures aux incertitudes des observations. Peut-être, néanmoins, serait-il convenable d'ajouter au Mémoire une série de tableaux, simples transformations de ceux qui s'y trouvent déjà, et dans lesquels, à côté des erreurs exprimées en secondes de degré dont les mesures micrométriques sont susceptibles, figureraient les corrections, également évaluées en secondes, que les observations devraient subir, pour que les déterminations extrêmes sur le temps de la révolution du Soleil ou sur les distances respectives des taches, devinssent égales aux déterminations moyennes. De pareils tableaux seraient, ce nous semble, plus clairs, plus significatifs que ceux dont l'auteur du Mémoire s'est contenté. Nous désirerions encore que M. Laugier montrât par des chiffres, que les déplacements propres de taches dont son travail présente tant d'exemples, n'ont pas été seulement des changements de forme, des altérations dans la configuration des contours; nous voudrions que les lecteurs du Mémoire, dispensés de tout calcul minutieux, pussent reconnaître d'un coup d'œil que dans le passage du bord oriental du disque solaire au bord occidental, telle ou telle tache a fait assez de chemin à la surface de l'astre pour se trouver *tout entière* en dehors de la place qu'elle aurait occupée si elle eût été fixe. Ces preuves démonstratives de déplacement des taches n'exigeront de la part de l'auteur que quelques heures de calcul, et la rédaction d'un simple tableau. Cette amélioration serait même déjà faite si, hier au soir quand l'idée de la réclamer s'est offerte à nous, M. Laugier n'avait été occupé d'un autre travail important dont il sera parlé tout à l'heure.

» En comparant, jour par jour, les déclinaisons héliocentriques des taches observées simultanément, M. Laugier a fait une remarque singulière. Il a trouvé que ces déclinaisons, quand elles sont de même signe, varient, *en général*, dans le même sens, comme si les taches de chaque hémisphère s'approchaient ou s'éloignaient des pôles, d'un mouvement commun. L'auteur présente ce curieux résultat avec une juste réserve. On doit l'inviter à en poursuivre activement la vérification et à rechercher si quelque chose de commun ne s'observerait pas aussi dans la composante du déplacement propre des taches, parallèle au plan de l'équateur solaire.

» Galilée donnait les 29mes degrés de déclinaison héliocentrique nord et sud, pour les limites au delà desquelles aucune tache n'apparaissait. Ces limites ont été successivement portées : par Scheiner à 30°; par

Messier à 31°; par Méchain à 40°. M. Laugier les a étendues jusqu'à 41°.

» En résumé :

» Le Mémoire de M. Laugier renferme, pour notre époque, les meilleurs éléments moyens de la rotation du Soleil qui soient venus à notre connaissance.

» On y trouve une démonstration évidente du déplacement propre des taches.

» Si des observations ultérieures confirment la remarque, dont nous avons rendu compte, sur les mouvements propres, semblablement dirigés que paraissent éprouver les taches situées dans un même hémisphère, l'auteur aura jeté un jour nouveau sur la constitution physique du Soleil.

» Le jeune astronome rapporte enfin des observations intéressantes et délicates sur la manière dont la pénombre pénètre ordinairement dans le noyau central et l'efface.

» Vos Commissaires pensent que le Mémoire de M. Laugier est digne de l'approbation de l'Académie et d'être inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur deux Mémoires présentés, l'un par* M. **Eugène Bouvard**, *l'autre par* M. **Victor Mauvais**, *relatifs à l'obliquité de l'écliptique.*

(Commissaires, MM. Damoiseau, Liouville, Arago rapporteur.)

« L'obliquité de l'écliptique est un des éléments fondamentaux de l'astronomie. Elle joue un rôle capital dans la transformation des ascensions droites et des déclinaisons en longitudes et en latitudes; elle varie sans cesse de grandeur; les géomètres ont rattaché analytiquement cette variation à d'autres éléments de notre système solaire dont elle servira à déterminer la valeur. En faut-il davantage pour faire sentir l'importance du travail que MM. Eug. Bouvard et Victor Mauvais viennent d'exécuter?

» Les auteurs des deux Mémoires ont discuté les observations solsticiales d'été et d'hiver faites à l'Observatoire de Paris dans les années 1835, 36, 37, 38, 39, 40 et 41. En prenant les observations des six dernières années, qui ayant été calculées en double ne sauraient laisser d'incerti-

tude, nous avons douze déterminations de l'obliquité de l'écliptique, six d'hiver et six d'été. Le résultat moyen, rapporté au 1er janvier 1841, est :

$$23° 27' 35'',56.$$

» Une seule des douze obliquités, celle de l'hiver de 1838, diffère de la moyenne de près d'une seconde (0'',85). Les autres discordances atteignent à peine une demi-seconde.

» Il ne suffit pas, pour arriver à un semblable accord dans les recherches astronomiques, de pouvoir disposer de bonnes observations; il faut encore savoir faire la part exacte de toutes les causes d'erreur contre lesquelles les observateurs doivent sans cesse lutter. Les auteurs des deux Mémoires se sont montrés, sous ce rapport, parfaitement au courant de toutes les branches de la science. L'aberration, la nutation, la réfraction ont été empruntées aux meilleures tables; les distances polaires des étoiles employées dans le calcul des collimations du cercle mural sont les plus précises qu'il fut possible de choisir. Des astronomes praticiens très-exercés pouvaient seuls sentir toute l'importance des variations de température dans les lectures faites aux six microscopes et emprunter convenablement à l'expérience les éléments de cette correction délicate. Ajoutons enfin que nos jeunes astronomes ont eu égard à une cause d'erreur qui jusqu'ici n'avait jamais figuré dans aucun travail analogue; nous voulons parler d'une collimation individuelle, d'une correction de pointé qui varie d'un observateur à l'autre, et, pour un même observateur, suivant l'œil dont il fait usage.

» Il y a de longues années, l'existence d'une *collimation individuelle* avait été signalée par un des membres de cette Académie, comme l'explication naturelle des grandes différences que Méchain avait trouvées à Montjoui et à Barcelone, entre les latitudes déduites de l'observation des étoiles boréales et celles qui résultaient des étoiles situées au midi. La collimation individuelle pouvait seule donner également la clef des variations paradoxales et constantes que MM. de Humboldt, Mathieu et Arago trouvaient pour la latitude de Paris, à la suite du plus léger déplacement dans la position de l'objectif de la lunette de leur cercle répétiteur ou, ce qui revient au même, après une imperceptible déformation dans les images des étoiles observées. Cette hypothèse, malgré les considérations optiques qui semblaient lui donner du poids, ne prit pas faveur. Plusieurs astronomes célèbres la combattirent. M. Gauss, entres autres, si nous sommes bien informés,

l'examina avec quelque sévérité dans la *Gazette littéraire* de Leipzig. Ce fut en discutant plusieurs de ces critiques devant le Bureau des Longitudes, qu'un de vos Commissaires indiqua un moyen infaillible de trancher la difficulté. Il proposa d'observer successivement les étoiles avec la lunette du cercle mural, d'abord dans la position ordinaire du corps de l'observateur, et immédiatement après dans la position renversée. Pour une étoile voisine du zénith, cela devait revenir à viser, en se couchant sur le dos, tantôt avec les pieds et la face tournés vers le midi, tantôt avec les pieds et la face tournés vers le nord. En choisissant une étoile voisine de l'horizon, il aurait fallu l'observer une première fois les pieds en bas, une seconde fois les pieds en haut. Comme de raison, les seules observations zénithales ont été tentées. En voici les résultats :

» M. Victor Mauvais, quand il fait face au nord, trouve toujours 5″ de moins pour les distances polaires des étoiles, que lorsqu'il fait face au sud.

» Dans les mêmes positions, M. Eugène Bouvard arrive à des discordances de 2″,7, mais en sens contraire.

» Pour M. Laugier, la différence s'élève à 0″,5 seulement, et dans le sens de M. Bouvard.

» Comme on vient de le voir, les observations de M. Mauvais exigent une correction de 5″, quand on veut comparer les visées boréales à celles qui sont dirigées de l'autre côté du zénith. Eh bien ! si le même astronome se sert de son œil gauche au lieu de son œil droit, aucune correction n'est nécessaire.

» Les 2″,7 de correction que M. Eugène Bouvard doit appliquer à ses observations du nord pour les faire concorder avec les observations du midi, ne sont plus nécessaires si, au lieu de placer son corps dans le plan du méridien quand il vise aux étoiles, cet observateur se couche perpendiculairement à ce plan.

» Nous espérons que dans peu de semaines il sera présenté à l'Académie un Mémoire qui dévoilera les causes physiques de ces désolantes et si singulières anomalies. En ce moment, il nous suffira de faire remarquer combien les observations discutées dans les deux Mémoires auraient été discordantes, si on n'avait pas eu égard aux collimations personnelles et distinctes de chacun des astronomes de l'Observatoire de Paris.

» Les travaux dont nous venons de donner l'analyse, nous semblent très dignes de l'approbation de l'Académie. On y remarque une discussion sévère, approfondie des observations et le premier exemple d'un genre de

correction dont jusqu'ici on ne s'était pas avisé. Le résultat est d'ailleurs important et d'une rare précision. Nous demanderions donc à l'Académie que les deux Mémoires fussent insérés dans les volumes des *Savants étrangers,* si nous n'étions informés qu'ils doivent faire partie du grand Recueil d'observations astronomiques que le Bureau des Longitudes publie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

Sur la demande de M. *Magendie,* président de la Commission chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le prix concernant la Vaccine, l'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection d'un membre qui remplira dans cette Commission la place devenue vacante par le décès de M. *Double.*

M. *Roux* obtient la majorité des suffrages.

Sur l'invitation de M. le *Ministre de la Guerre,* et conformément au paragraphe 1er de l'article 43 de l'ordonnance du 30 octobre 1832 concernant l'organisation de l'École Polytechnique. l'Académie désigne, par voie de scrutin, trois de ses membres qui seront appelés à faire partie du Conseil de perfectionnement de cette École pendant la prochaine année scolaire.

MM. Arago, Poinsot, Thenard réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Leroy d'Étiolles soumet au jugement de l'Académie un instrument de son invention à l'aide duquel on doit, suivant lui, rendre plus prompte et plus sûre l'opération de la *staphyloraphie.* L'auteur joint à la description de cet instrument une « Note sur la participation de la mécanique aux progrès de la chirurgie ».

(Commissaires, MM. Serres, Roux, Breschet.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. le capitaine *Duperrey* à la place devenue vacante, dans la Section de Géographie et de Navigation, par suite du décès de M. *Desaulces de Freycinet*.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Duperrey** prend place parmi ses confrères.

M. **Lisfranc** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Larrey*.

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de la comète découverte à Paris, le* 28 *octobre* 1842, *par* M. **Laugier**.

M. **Arago** a présenté une lettre qu'il a reçue de M. Schumacher, et par laquelle ce célèbre astronome lui communique les éléments de la nouvelle *comète*, que M. Petersen a calculés sur trois observations de Paris, de Berlin et d'Altona. Voici ces éléments :

Passage au périhélie, décembre	15,9643
Longitude du périhélie.......	327°37′21″
Longitude du nœud ascendant.	208° 5′19″
Inclinaison..................	73°52′22″
Distance périhélie...........	0,50615
Mouvement rétrograde.	

M. Valz a trouvé, par ses seules observations de Marseille :

Passage au périhélie, décembre	15,97 temps moyen à Marseille.
Longitude du périhélie......	325°50′
Longitude du nœud ascendant	206°34′
Inclinaison	71°52′
Distance périhélie...........	0,498
Mouvement rétrograde.	

M. Laugier, après avoir corrigé les observations de l'aberration et de la parallaxe, a calculé, d'après les positions du 28 octobre, du 4 et du 9 novembre, les éléments suivants, qui représentent les observations à moins de 30″ de degré.

Passage au périhélie, décembre	15,9776	temps moyen de Paris.
Longitude du périhélie.......	327° 14′ 57″	
Longitude du nœud ascendant	207° 47′ 48″	
Inclinaison.................	73° 32′ 22″	
Distance périhélie...........	0,50415	
Mouvement rétrograde.		

Une Note de M. Victor Mauvais a prouvé qu'à la date actuelle, les nouveaux éléments de M. Laugier représentent les observations beaucoup mieux que les autres.

M. Schumacher remarquait, dans sa Lettre à M. Arago, que l'inclinaison, la distance périhélie, sont à peu près les mêmes pour la *comète* de M. Laugier et pour la comète de 1780, marquée 79 dans le catalogue d'Olbers. *Les distances des périhélies aux nœuds* diffèrent également très-peu dans les deux comètes. Cette remarque est assurément curieuse; mais suffit-elle pour identifier les deux astres? M. Laugier ne l'a pas pensé. Les nœuds et les périhélies lui ont paru trop dissemblables pour qu'il ait cru pouvoir présenter légitimement la comète actuelle comme une apparition de la comète de 1780.

ASTRONOMIE. — *Note sur la première comète de* 1301; *par* M. LAUGIER.

« Après avoir remarqué la ressemblance de quatre des éléments de la comète de 1842 avec ceux que Pingré donne pour la comète de 1301, j'ai été conduit à examiner quelle confiance on pouvait avoir dans les calculs relatifs à cette ancienne comète.

» Ayant d'abord reconnu que la trajectoire apparente qui résulte de l'orbite de Pingré s'écarte considérablement de la route indiquée par les Chinois et par les observations de Cambridge, j'ai cru devoir reprendre le calcul entier des éléments de la comète de 1301. Ce calcul est basé presque entièrement sur la position du 16 septembre 1301, suffisamment indiquée par les Chinois, et sur deux observations très-précises faites par les astronomes de Cambridge le 30 septembre et le 6 octobre 1301, et rapportées par Dunthorne dans les *Transactions philosophiques*, vol. XLVII, année 1751. Les éléments qui en résultent donnent sur

le globe céleste une route apparente qui satisfait dans les moindres détails à toutes les indications que j'ai pu recueillir, mais qui s'écarte beaucoup de la courbe de Pingré.

» En remontant aux appréciations qui ont guidé Pingré dans ses calculs, et en analysant scrupuleusement les différents écrits des historiens, on peut trouver la cause de son erreur : il a d'abord mal interprété le texte chinois, et, par suite de cette faute, il s'est vu forcé de rejeter les observations si précises de Cambridge. Je puis prouver, au contraire, qu'en les prenant dans leur véritable sens, toutes ces observations s'accordent entre elles d'une manière remarquable. Il est juste d'ajouter que le savant cométographe n'avait pas trouvé dans les Mémoires du P. Gaubil tous les détails qui sont consignés dans l'extrait de la grande collection des historiens de la Chine, adressé à l'Académie par MM. Stanislas Julien et Éd. Biot. (*Voir* cet extrait ci-après.)

» Ce travail, dont le résultat est d'effacer la dernière trace d'analogie entre la comète de 1301 et celle que j'ai découverte, aura du moins l'utilité de substituer une comète réelle à la comète fictive qui se trouve actuellement dans les catalogues.

» Je rapporte ici mes éléments paraboliques et ceux de Pingré. On sera surpris sans doute de trouver une aussi énorme dissemblance; Pingré, il est vrai, donnait les siens comme bien incertains, et montrait combien ils lui avaient coûté de peine, lorsqu'il terminait par cette phrase le chapitre relatif à cette comète : « J'ai cherché inutilement une théorie plus précise; les ob-
» servateurs anglais de ces siècles reculés n'étaient pas des Newton, des
» Halley, des Bradley : je puis répéter que leurs observations n'ont été re-
» tirées de l'oubli que pour donner la torture aux calculateurs trop zélés. »

Comète de 1301.

Éléments calculés par Pingré.		Éléments calculés par M. Laugier.	
Passage au périhélie 1301.....	22 oct.	Passage au périhélie 1301.....	24 oct.
Distance périhélie..........	0,46	Distance périhélie...........	0,64
Longitude du périhélie.......	270°	Longitude du périhélie.......	312°
Longitude du nœud ascendant.	15°	Longitude du nœud ascendant.	138°
Inclinaison de l'orbite........	70°	Inclinaison de l'orbite........	13°
Mouvement rétrograde.		Mouvement rétrograde.	

» Quatre éléments de cette comète, la distance périhélie, la longitude du périhélie, l'inclinaison de l'orbite et le sens du mouvement, ressemblent

assez à ceux de la comète de Halley, qui a dû paraître vers l'an 1301; mais je me suis assuré que les longitudes du nœud diffèrent beaucoup trop pour que l'on puisse faire maintenant aucun rapprochement entre les deux comètes. »

Les nouveaux éléments obtenus par M. Laugier ne permettent plus d'établir la moindre analogie entre les comètes de 1301 et de 1842. Ajoutons d'ailleurs que dans la première Note on avait, par inadvertance, comparé la longitude du nœud ascendant de la comète de 1301 au nœud descendant de la comète de 1842.

Note remise par MM. **Stanislas Julien** *et* **Édouard Biot**, *pour répondre à la demande faite pour l'Obervatoire à M. le Conservateur des manuscrits chinois de la Bibliothèque royale.*

Extrait de la grande collection des historiens de la Chine. — Section Youen-sse, *c'est-à-dire, histoire des Youen.*

1301. — *Période Ta-te, 5e année, 8e lune, jour Keng-tchiu* (16 septembre en dates juliennes).

« Une comète (littéralement étoile-balai) parut au 24e degré 40 centièmes (1) de Tsing (division stellaire déterminée par μ Gémeaux). Elle » était comme la grande étoile du fleuve austral (*Nan-ho*, α Procyon). Sa » couleur était blanche. Elle était longue de 5 degrés, dans la direction » du nord-ouest. Ensuite elle passa au sud du Wen-tchang (θ, υ, » φ grande Ourse), et du Kouei du Pe-teou (α, β, γ, δ grande Ourse). » Elle balaya Thai-yang (χ grande Ourse). Ensuite elle balaya l'étoile » Thien-ki du Pe-teou (γ grande Ourse), les San-koung (petites étoiles de » la tête d'Astérion au sud de η grande Ourse) de l'enceinte de la salle » bleue (*Tse-wei*, cercle de perpétuelle apparition vers le 35e degré de » latitude), les étoiles du Kouan-so (couronne boréale). Alors elle fut » longue d'environ 10 degrés. Elle alla jusqu'à l'enceinte du marché céleste (*Thien-chi*, grande enceinte d'étoiles d'Ophiuchus et du Serpent, » autour de α Hercule et de α Ophiuchus), à l'est de Pa (ε Serpent) et de » Chou (λ Serpent), au sud de Liang (δ Ophiuchus) et de Thsou (λ Ophiuchus), au-dessus de l'étoile Song (η Ophiuchus). Alors sa longueur occu-

---

(1) En degrés sexagésimaux, 24° 3'. Le cercle chinois est divisé en 365 $\frac{1}{4}$ degrés. Ainsi 1° chinois vaut 1° sexagésimal — 0°,01437 37166.

» pait 1 degré. En tout, elle fut visible 46 jours, depuis le jour Keng-tchin de
» la 8e lune (16 septembre), jusqu'au jour Y-tcheou de la 9e lune (31 octobre),
» et elle disparut. »

» Entre l'année 1842 et l'année 1301, il y a 541 ans. En retranchant ce même nombre de l'année 1301, on arrive à l'année 760.

Extrait de la grande collection des historiens de la Chine. — Section Thang-sse, *c'est-à-dire, histoire des Thang.*

760. — *Période Kien-youen, 3e année, 4e lune, jour Ting-sse* (16 mai en dates juliennes).

« Une comète (*étoile-balai*) parut du côté de l'orient. Elle était entre
» Leou (déterminée par β Bélier), et Oei (déterminée par α Mouche et
» Lys). Sa couleur était blanche. Elle était longue de 4 degrés. Elle alla
» rapidement vers l'orient. Elle traversa les divisions stellaires Mao (déter-
» minatrice η Pléiades), Pi (déterminatrice ε Taureau, les Hyades), Tse-hi
» (déterminatrice λ Orion), Tsan (déterminatrice δ Orion, le quadrilatère),
» Toung-tsing (déterminatrice μ Gémeaux), Yu-kouei (déterminatrice
» θ Cancer), Lieou (déterminatrice δ Hydre), et le groupe Hien-youen (α,
» γ, ζ Lion). Elle arriva à l'ouest du Tchi-fa de droite (β Vierge). En tout
» son apparition dura 50 jours; puis elle ne fut plus vue.

» A la lune intercalaire, jour Sin-yeou, 1er jour de la lune (20 mai), il
» parut une comète du côté de l'occident. Elle était longue d'environ 10 de-
» grés. Elle fut visible jusqu'à la 5e lune, et alors elle s'éteignit. »

» On lit ensuite dans le texte : « Deux comètes qui sont vues près l'une
» de l'autre indiquent une série de malheurs. »

» D'après le Thoung-kien-khang-mou, la lune intercalaire de la 3e année période Kien-youen (760), fut entre la 4e et la 5e lune.

» En retranchant 541 ans de la date 760, on arrive à l'année 219. Aucune comète n'est citée pour cette année dans la grande collection des historiens de la Chine, non plus que dans le Thoung-kien-khang-mou.

» A l'année 218 (23e de la période Kien-ngan), le Thoung-kien-khang-mou dit : « A la 3e lune, il y eut une comète du côté de l'orient. »

» Pingré, dans sa *Cométographie*, t. Ier, cite, d'après les manuscrits de Gaubil, la comète de l'an 1301, et la première comète de l'an 760, comme observées en Chine. Il n'a pas mentionné la seconde comète de l'an 760.

» On a traduit le texte exactement; on a identifié les noms de constellations ou étoiles citées, et donné plus de détails que Pingré. Cet auteur mentionne sans plus d'éclaircissements la comète de l'an 218. En outre, il ne cite que les manuscrits de Gaubil, sans indiquer les sources originales,

ce qui empêche de vérifier l'exactitude des données ainsi rapportées. Ici on peut être sûr de leur exactitude, puisque nous les avons relevées sur les documents originaux eux-mêmes, et par la comparaison de plusieurs éditions.

» Les divisions stellaires chinoises sont des intervalles équatoriaux compris entre les cercles de déclinaison menés du pôle actuel de l'équateur à chacune des étoiles appelées déterminatrices, et les degrés de chaque division se comptent sur l'équateur actuel, à partir du cercle de déclinaison de l'étoile, en allant vers l'Orient. En conséquence, si l'on veut trouver la marche de la comète d'après l'indication des divisions stellaires qu'elle est dite avoir traversées, il faut disposer un globe céleste à pôles et à équateur mobiles, pour la date d'année qui est désignée, et y tracer les cercles de déclinaison qui passent par les étoiles déterminatrices pour cette année-là. Cette construction n'est pas nécessaire quand le texte désigne les groupes stellaires qui ont été traversés par la comète, parce que leur position dans le ciel est absolue.

» Les données fournies par les textes chinois pour les comètes participent ordinairement de ces deux genres de détermination. C'est pourquoi le globe à pôles et à équateur mobiles est toujours nécessaire pour les construire. On se rappellera, en effectuant cette construction, que 1 degré chinois vaut 1 degré sexagésimal, moins $0^{\circ},01437166$.

» Les comètes sont appelées en Chinois *étoiles-balais*, nom dérivé de la forme de leur queue, et les textes ne distinguent pas ordinairement le noyau. Les constellations qu'ils indiquent sont généralement celles sur lesquelles la queue s'est étendue. C'est ainsi que le texte, décrivant la marche de la comète de 1301, dit : « Elle balaya l'étoile *Thien-ki*, les *San-koung*, etc. »

CHIMIE. — *Sur les acides draconique, nitro-draconique et sur l'anisole ;* Lettre de M. A. LAURENT.

« Je m'empresse de reconnaître l'erreur dans laquelle je suis tombé, relativement à la priorité de la découverte des acides draconique et nitrodraconique. Je n'avais consulté que le *Compte rendu de l'Académie* et non ceux de la *Société philomatique*. Je ne puis me faire de reproches pour avoir commis une erreur semblable, erreur qui peut arriver à tout le monde, et qu'il m'eût été impossible d'éviter, même en ayant eu connaissance du *Bulletin de la Société philomatique*. Mais M. Cahours est tombé dans une erreur bien autrement grave et qui ne peut avoir aucune excuse.

» Si l'identité des acides draconique et anisique n'a pas été reconnue, cela tient, suivant M. Cahours, à ce que mes analyses étaient fausses, et qu'il a fallu que M. Gerhardt *rectifiât* mes formules et mît hors de doute l'identité de ces acides. Pour connaître la vérité, il faut retourner la phrase précédente.

» En effet, M. Cahours découvre deux acides avec l'essence d'anis. Plus tard, en me servant d'essence d'estragon, j'en découvre sept, et si je ne reconnais pas l'identité de deux de mes acides avec les deux de M. Cahours, cela tient :

» 1°. A ce que ce chimiste n'a donné aucun caractère positif, comme le point de fusion, la forme cristalline de ses composés;

» 2°. A ce que toutes les analyses de M. Cahours, sans exception, sont inexactes; chose que je ne pouvais soupçonner, car il n'existe aucune analyse qui s'accorde aussi merveilleusement avec le calcul que celles de ce chimiste.

» M. Gerhardt, ayant eu entre ses mains les acides anisique et draconique, a reconnu leur identité, mais il n'a analysé ni les acides draconique, ni l'anisole. Il n'a pas même soupçonné que les analyses de M. Cahours étaient fausses. Il n'a donc pas pu corriger mes résultats.

» Voici mes analyses et celles de M. Cahours.

	Cahours.	Laurent.
Essence d'anis......................	$C^{40}H^{24}O^{2}$	
(Cette analyse appartient à M. Dumas.)		
Acide anisique......................	$C^{32}H^{14}O^{6}$	$C^{32}H^{16}O^{6}$
Acide nitranisique..................	$C^{32}H^{12}O^{6}, Az^{2}O^{4}$	$C^{32}H^{14}O^{6}, Az^{2}O^{4}$
Anisole.............................	$C^{28}H^{14}O^{2}$	$C^{28}H^{16}O^{2}$

» M. Cahours ignorait-il mon travail? Nullement, puisqu'il donne au produit du brome sur l'anisole la formule suivante $\frac{C^{28}H^{12}O^{2}}{Br^{4}}$; il a donc lu le Mémoire dans lequel j'ai publié l'analyse de l'anisole.

» En résumé, toutes les analyses de M. Cahours sont inexactes; il adopte celles que j'ai données, et il n'est pas vrai que M. Gerhardt ait corrigé mes résultats. Il est bien entendu que je ne parle que des corps qui ont fait un sujet de discussion entre M. Cahours et moi.

» J'ajouterai quelques mots sur les produits que j'ai obtenus en faisant agir l'acide nitrique sur l'anisole.

» Sachant que M. Cahours s'occupait de ce sujet, je me suis contenté

d'examiner si l'anisole, comparable, sous un certain point de vue, à l'acide phénique, donnerait naissance à des produits isomorphes avec lui.

» D'après M. Cahours, il se forme une substance qui a pour formule $C^{28}H^{12}O^{2}, 2(Az^{2}O^{4})$; mais il n'indique pas si elle est neutre ou acide.

» J'ai obtenu au moins trois produits cristallisés :

» 1°. Un acide qui possède la même forme, les mêmes angles et les mêmes propriétés que l'acide nitrophénésique;

» 2°. Un acide qui a la forme et les propriétés de l'acide nitrophénisique.

» 3°. Un corps neutre dont la forme n'a aucune analogie avec celle des acides précédents;

» 4°. Un acide dont la forme n'a pu être déterminée.

» N'ayant pas analysé ces produits, je crois qu'il n'y a que deux hypothèses à faire sur leur composition :

» 1°. Ces acides sont identiques avec ceux de la série phénique; alors l'anisole leur donne naissance en perdant $C^{4}H^{4}$ sans substitution, et en changeant H^{4} et H^{6} contre son équivalent d'acide hypoazotique.

$$C^{28}H^{16}O^{2} - C^{4}H^{4} + 2Az^{2}O^{5} = C^{24}H^{6}2(Az^{2}O^{4})O + 3H^{2}O,$$
$$C^{28}H^{16}O^{2} - C^{4}H^{4} + 3Az^{2}O^{5} = C^{24}H^{4}3(Az^{2}O^{4})O + 4H^{2}O.$$

» 2°. Les deux premiers acides seraient isomorphes avec les acides correspondants de la série phénique, et l'on aurait

$$C^{28}H^{12}O^{2}, 2(Az^{2}O^{4}) \quad \text{et} \quad C^{28}H^{10}O^{2}, 3(Az^{2}O^{4}).$$

Le premier serait le corps découvert par M. Cahours.

» Je penche pour la première hypothèse, car il n'est pas probable que l'anisole, corps neutre, puisse donner, par substitution régulière, naissance à une série acide. »

M. **Jules de Bertou** adresse une réclamation au sujet de la Note de M. *de Humboldt* relative à la comparaison des niveaux de la mer Morte et de la Méditerranée. Cette réclamation repose sur une erreur de fait. M. de Bertou a été trompé par les extraits incomplets que divers journaux ont donnés de la Note en question : M. de Bertou, en effet, y est cité en toutes lettres. Cet officier est incontestablement le premier voyageur qui ait eu l'honneur de déterminer par le baromètre la quantité dont la mer Morte est au-dessous du niveau de la mer Méditerranée. Ajoutons que le résultat

de M. de Bertou, que la dépression de 419 mètres, déduite des observations barométriques de ce voyageur zélé et courageux, diffère peu de la détermination que des ingénieurs anglais ont fait récemment surgir d'une opération géodésique.

M. Couché adresse quelques considérations relatives à l'*influence que peuvent avoir, sur l'équilibre de notre globe, les mouvements que font à sa surface les êtres animés.*

M. Rossignon prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyée une Note qu'il a présentée en 1841 sur les propriétés chimiques et thérapeutiques de la *naphtalène.*

M. François écrit relativement à un système de *silos* qu'il a imaginé pour la conservation du blé, système qu'il regarde comme nouveau et comme préférable à ceux qu'on avait essayés jusqu'à présent.

M. Gagnage adresse un *paquet cacheté.* L'Académie en accepte le dépôt.

A quatre heures et un quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à cinq heures et demie. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2ᵉ semestre 1842; n° 20; in-4°.

Recherches sur le développement des Os et des Dents; par M. P. FLOURENS; Paris, 1842; in-8°.

Exercices d'Analyse et de Physique mathématique; par M. A. CAUCHY; tome II, 19ᵉ livraison; in-4°.

Démonstration d'un théorème de M. SYLVESTER; *par* M. STURM. (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, tome VII.) In-4°.

Note sur un Mémoire de M. CHASLES; *par* le même. (Extrait du même ouvrage, même volume.) In-4°.

Connaissance des Temps ou des Mouvements célestes, à l'usage des Astronomes et des Navigateurs, pour l'an 1845, *publiée par le Bureau des Longitudes;* 1842; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VIII, n° 3; 15 novembre 1842; in-8°.

Essai physiologique sur l'origine des formes organisées (espèces animales et végétales), lu à l'Académie des Sciences morales et politiques, le 5 *novembre* 1842; *par* M. VIREY. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*) In-8°.

Des Haras domestiques et des Haras de l'État en France; par M. HUZARD; 2ᵉ édition; in-8°.

Notice sur la Vie et les Travaux de JEAN-VICTOR AUDOUIN; *par* M. DUPONCHEL. (Extrait des *Annales de la Société Entomologique*, tome XI.) In-8°.

Mémoire sur la constitution du Spectre solaire, présenté à l'Académie des Sciences par M. EDMOND BECQUEREL. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève;* août 1842.) In-8°.

Voyage depuis les sources du Jourdain jusqu'à la mer Rouge. Dépression du lac Asphaltite et d'une partie de la vallée du Jourdain; par M. DE BERTOU. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie.*) In-8°.

Des pertes séminales involontaires; par M. LALLEMAND; tome III, 2ᵉ partie; Montpellier, 1842; in-8°.

Traité de Minéralogie pratique; par M. H. LAMBOTTE; Namur, 1842; in-8°.

15ᵉ *Autographie. — Les Fers marchands à moins de* 10 *centimes le kilogramme; par* M. L. LEGRIS; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; novembre 1842; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; octobre 1842; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; novembre 1842; in-8°.

Mémorial, Revue encyclopédique des Sciences; octobre 1842; in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; septembre 1842; in-8°.

Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, Archives de l'Électricité; par M. DE LA RIVE; n° 5; in-8°.

Analyse raisonnée sur quelques fragments du Système de la Nature et l'origine des forces matérielles organiques et inorganiques; par M. GOETMACKERS; Bruxelles, 1842; in-8°.

Bulletin scientifique publié par l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; tome IX, n^{os} 13-24; in-4°.

Recherches sur l'Action magnétique de la Terre; par M. SIMONOFF; Kasan, 1840; in-8°.

Observationes astronomicas institutas in specula universitatis Cæsareæ Dorpatensis; edidit F.-G.-W. STRUVE; vol. VIII; Dorpati, 1839; in-4°.

Acta Societatis scientiarum fennicæ; tomi primi fasciculus 3; in-4°.

The Zoology... *Zoologie du Voyage du* Beagle, *publiée sous la direction de* M. C. DARWIN, *naturaliste de l'expédition;* partie V, *Reptiles; par* M. TH. BELL; 1re livr.; in-4°.

Poems... *Poésies et traductions en vers des différents morceaux des poëtes latins, comprenant les quatre premiers livres des Fastes d'Ovide, avec des Notes astronomiques, historiques et mythologiques; par* M. JOHN TAYLOR; Londres, 1839; in-8°. (Ouvrage qui est adressé, à cause de ces Notes, à l'Académie des Sciences, et renvoyé à M. ARAGO, pour en faire un rapport verbal.)

Beobachtungen... *Observations faites à l'Observatoire de l'Université impériale de Dorpat, publiées par* M. MADLER; 9^{e} vol., octobre 1840 à décembre 1841; in-4°.

Dissertazione... *Dissertation sur la fin des choses créées relativement à l'Homme dans son état actuel; par* M. A.-P. DE PORCELLINIS; Naples, in-8°.

Sopra... *Sur quelques corps organiques qui s'observent dans les infusions; Mémoire de* M. A. DE ZIGNO; Padoue, 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 47.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n^{os} 136 à 138.

L'Écho du Monde savant; n^{os} 38 et 39; in-4°.

L'Expérience; n° 281.

L'Examinateur médical; n° 10.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Note sur les équivalents chimiques considérés comme des multiples simples de l'hydrogène; par* M. J. Pelouze.

« L'attention des chimistes a été rappelée dans ces derniers temps sur une hypothèse déjà ancienne du docteur Prout, qui consiste à envisager les équivalents de tous les corps, sans exception, comme des multiples, par des nombres entiers, de celui de l'hydrogène. Pendant longtemps cette hypothèse n'avait trouvé quelques rares partisans qu'en Angleterre. Presque tout le monde s'accordait à ne voir dans cette question qu'une conséquence naturelle de la grande légèreté du nombre proportionnel de l'hydrogène comparé à celui de tous les autres corps, légèreté qui est telle que, sauf des corrections le plus souvent insignifiantes, il doit, comme toute autre petite quantité, être contenu un nombre de fois entier dans un grand nombre.

» Les nouvelles déterminations que M. Dumas a faites avec un si grand soin des équivalents du carbone, de l'hydrogène, de l'azote et du cal-

cium, tendent à traduire en une véritable loi l'hypothèse du chimiste anglais. Il y a en effet des rapports numériques simples entre ces derniers équivalents, tels qu'on peut les déduire immédiatement, et en dehors de toute vue théorique, des nombreuses expériences de M. Dumas. Je suis loin de nier l'exactitude d'aucun des résultats qui ont servi de base à la rectification dont plusieurs équivalents ont été récemment l'objet, mais je crois que les observations et les faits que je vais exposer suffiront pour montrer qu'on est tombé dans une erreur grave, en accordant à ces rapports un caractère de généralité dont ils sont dépourvus.

» Le moyen que j'ai employé pour arriver à la solution très-délicate de cette question ne consiste pas à déterminer de nouveau les nombres proportionnels de quelques corps simples pour les comparer à celui de l'hydrogène, car ce point important de la science a été l'objet de nombreux travaux de la part des chimistes les plus consommés dans l'analyse, et particulièrement de M. Berzélius; et d'ailleurs, quelque soin que l'on puisse apporter à ces sortes de déterminations, elles présentent presque toutes une certaine solidarité qui suffit pour qu'une erreur commise sur un équivalent en affecte plusieurs autres.

» Pour arriver au but que je me proposais, j'ai songé à une série d'expériences infiniment plus simples et plus rigoureuses, qui consistent à prendre des composés oxygénés bien définis, susceptibles d'éprouver une décomposition facile par l'action seule de la chaleur, sans l'intervention d'aucun corps étranger, et à déterminer la quantité d'oxygène que perdent ces composés par le poids même du résidu fixe qu'ils laissent, de telle sorte, en un mot, que l'expérience tout entière consiste uniquement en deux pesées et une calcination.

» Un des corps qui se prêtent le mieux à cette expérience, parce qu'il est formé de deux équivalents légers, et qu'on peut l'obtenir parfaitement pur, est le chlorate de potasse.

» La chaleur le décompose en oxygène et en chlorure de potassium. Sans s'embarrasser des équivalents respectifs du chlore et du potassium, on peut s'occuper uniquement de celui de leur combinaison : c'est évidemment la quantité qui l'unit à 600 parties d'oxygène, car le chlorate de potasse est formé de 6 équivalents de ce dernier corps et d'un équivalent de chacun des deux autres.

» Or, si le chlore et le potassium sont l'un et l'autre des multiples simples de l'hydrogène, le produit de leur union, c'est-à-dire le chlorure de potassium, sera nécessairement dans le même cas.

» La question se simplifie donc beaucoup. Il ne s'agit plus que de savoir jusqu'à quelles limites peuvent s'élever les erreurs de l'expérience, et de comparer les résultats qu'elle fournit avec les nombres théoriques basés sur l'hypothèse de Prout.

» 100 parties de chlorate de potasse donnent, suivant M. Berzélius, 39,150 d'oxygène, et laissent 60,850 de chlorure de potassium.

» Les résultats des nouvelles expériences de M. Marignac sont presque identiquement les mêmes (*Bibliothèque de Genève,* 1842), car il a trouvé

39,161 d'oxygène,
et 60,839 de chlorure de potassium,

pour la moyenne de six expériences faites sur des quantités toujours très-considérables de chlorate, et dans lesquelles la plus grande différence a été de 9 milligrammes d'oxygène sur 100 grammes de sel.

» Je suis arrivé, de mon côté, à un résultat semblable: 100 parties de chlorate de potasse m'ont donné

1°. 60,843,
2°. 60,857,
3°. 60,830

de chlorure de potassium, ou en moyenne 60,840, et par conséquent 39,160 d'oxygène.

» L'équivalent de ces trois séries d'expériences est

	1°. 932,568	(M. Berzélius),
	2°. 932,140	(M. Marignac),
	3°. 932,175	(mes expériences).
Moyenne....	932,295.	

Ce dernier nombre, divisé par 12,5, donne pour quotient 74,583.

» Ainsi l'équivalent du chlorure de potassium n'est pas 75 fois ni 74 fois celui de l'hydrogène; le véritable nombre est 74,583.

» L'équivalent de l'hydrogène, multiplié par 75, donne 937,5; multiplié par 74, il donne 925,0. Ces nombres diffèrent, comme on le voit, de plus d'un demi-centième de ceux qui expriment l'équivalent du chlorure de potassium déduit, sans hypothèse aucune, d'un grand nombre d'expériences.

» Pour que cet équivalent fût un multiple par 75 de celui de l'hydro-

gène, il faudrait admettre que dans une opération qui consiste, ainsi que je l'ai déjà dit, en une calcination et deux pesées, on ait pu commettre une erreur de 136 milligrammes sur 100 grammes de chlorate.

» En adoptant le multiple 74, l'erreur serait encore plus forte, car elle s'élèverait à 183 milligrammes.

» Cette erreur ne paraît pas possible quand on voit qu'aucune des expériences de M. Berzélius ne diffère de plus de 4 milligrammes sur 100 grammes, et que leur accord avec celles de M. Marignac et les miennes est pour ainsi dire parfait.

» Au reste, le perchlorate de potasse conduit aux mêmes résultats, comme aussi aux mêmes conséquences que le chlorate. L'équivalent 932,140 représente 46,185 pour 100 d'oxygène dans le premier de ces sels, et M. Marignac en a trouvé 46,187. Les équivalents théoriques en exigeraient 46,043 et 46,376.

» Les considérations que j'ai exposées succinctement dans cette Note démontrent, si je ne m'abuse, de la manière la plus certaine, que l'hypothèse du docteur Prout n'est pas fondée, c'est-à-dire que les équivalents de tous les corps ne sont pas des multiples par des nombres entiers de celui de l'hydrogène.

» Bien entendu qu'en m'exprimant ainsi, je n'entends pas dire que l'équivalent d'aucun corps n'est point un multiple simple de l'hydrogène : je me borne simplement à nier l'exactitude d'une pareille relation pour le chlore et le potassium, ou plus rigoureusement pour au moins l'un de ces deux éléments, car les expériences sur lesquelles j'ai fondé mon raisonnement, tout en donnant l'équivalent de leur combinaison, ne permettent pas de déduire la valeur numérique de chacun d'eux en particulier; ce qui, au reste, est indifférent pour la question, puisque, dans l'hypothèse que je combats, un composé doit être, relativement à l'hydrogène, dans le même cas que ses principes constituants. »

OPTIQUE. — *Sur un point de l'histoire de l'optique relatif aux phénomènes de polarisation; par* M. BIOT.

« Je demande la permission de déposer, dans les archives de l'Académie, trois lettres qui m'ont été adressées par Seebeck pendant les deux premiers mois de l'année 1816. J'y ai joint leur traduction exacte, que notre confrère, M. Regnault, a eu la bonté de faire. Elles sont relatives aux expériences qui occupaient Seebeck à cette époque, et parmi lesquelles

il y en a qui se rapportent à la polarisation opérée par certains fluides, comme je l'ai mentionné à la page 542 du 4e volume de mon *Traité de Physique*, publié dans cette même année 1816. Seebeck m'avait adressé une quatrième lettre sur les mêmes objets, à une époque intermédiaire entre celles-ci. Mais je l'avais donnée à une personne qui n'est plus, et on ne l'a pas retrouvée dans ses papiers, de sorte qu'elle l'a vraisemblablement échangée pour quelque autre autographe. Toutefois celles que j'ai conservées suffiront pour le but que je me suis proposé ici.

» Ce but est d'établir, avec plus de précision qu'on n'a pu jusqu'à présent le faire, la part qui doit être attribuée à Seebeck dans la découverte de l'action polarisante des corps liquides, question qui a été rappelée récemment à l'Académie par les recherches analytiques d'un de nos confrères sur ce phénomène. Quoique la discussion que je vais en faire porte sur des travaux déjà éloignés, je tâcherai qu'elle ne soit pas dépourvue d'un intérêt physique actuel.

» Ce genre d'action fut amené sous mes yeux, dans le mois d'octobre 1815, par des expériences qui avaient un tout autre objet. Mais une réunion de circonstances favorables m'avaient préparé à le saisir. D'abord, j'observais avec l'appareil à cercle divisé qui m'a toujours servi, et qui donne le sens, ainsi que la mesure, des déviations survenues dans la polarisation primitive. Je l'avais employé en 1813, pour étudier la dispersion opérée dans les plans de polarisation par les plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe, dispersion que M. Arago avait découverte deux ans auparavant. J'avais reconnu ainsi que, pendant la rotation du prisme biréfringent qui sert pour analyser la lumière transmise, les teintes parcourues par l'image extraordinaire suivent des périodes constantes, définissables, qui, lorsque la dispersion n'est pas très-étendue, conduisent toujours cette image à un minimum d'intensité distinct, où la déviation devient exactement proportionnelle à l'épaisseur des plaques traversées. Mais, dans les plaques extraites de diverses aiguilles, ces phénomènes, quoique identiques pour leur mode de succession, présentaient une opposition absolue de sens ; s'opérant par un mouvement du prisme dirigé tantôt de la gauche vers la droite, tantôt de la droite vers la gauche de l'observateur. De sorte qu'en superposant deux plaques à actions contraires, l'effet résultant correspondait à la différence de leurs épaisseurs ; et, avec des épaisseurs égales, le rayon transmis sous l'incidence normale se trouvait complétement ramené à son sens de polarisation primitif. Je savais enfin, par les expériences antérieures de M. Arago, et par les miennes propres, que ces actions s'exercent indépen-

damment de la double réfraction résultante de la constitution cristalline, qui ne fait que les affaiblir quand elle se mêle avec eux; de sorte qu'ils pouvaient bien exister sans elle. Les résultats que je viens de rappeler furent présentés à l'Académie le 31 mai 1813, et ils sont imprimés sous cette date dans le volume de ses Mémoires qui a paru en 1814.

» Préparé par les recherches précédentes, dès que je vis paraître à travers un liquide, des images colorées produites par son action polarisante, je compris tout de suite qu'elles ne pouvaient résulter que d'actions analogues, dont les effets devaient être soumis aux mêmes lois de constance pour la marche des déviations, ainsi que de proportionnalité aux épaisseurs des plaques traversées. Je constatai aussitôt la vérité de ces inductions à l'aide de mon appareil divisé; puis je cherchai, et trouvai bientôt, des liquides dont le pouvoir présentait la même opposition de sens que j'avais reconnue dans les plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe, tirées de diverses aiguilles. J'en inférai donc qu'on pourrait combiner de même les effets de ces pouvoirs opposés ou semblables, et les faire agir par différence ou par somme sur un même rayon polarisé, en le transmettant à travers le système total des liquides, soit successivement, soit à l'état de mélange. Les faits ayant encore confirmé ces conséquences, je les présentai à l'Académie dans ses séances des 23 et 30 octobre 1815, en les résumant dans cette loi générale : « Si l'on prend deux liquides qui fassent ainsi tourner les » plans de polarisation en sens contraire, qu'on évalue par l'expérience » l'intensité absolue de leur action individuelle, et qu'on les mêle dans des » rapports de volumes inverses de ces intensités, on produit des mélanges » neutres » (c'est-à-dire que le rayon transmis se trouve ramené à sa polarisation primitive après les avoir traversés). Cet énoncé des phénomènes fut publié dans le *Bulletin de la Société philomatique* pour décembre 1815, avec l'indication du petit nombre de liquides où je les avais jusque-là reconnus.

» Quoique j'eusse compris l'importance qu'ils recevaient de leur nature moléculaire, plusieurs années se passèrent avant que je pusse réussir à en développer les applications. Je fis seulement un premier pas vers ce but en 1818, en analysant avec plus de soin les déviations opérées par les plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe. Je fus ainsi conduit à découvrir leurs relations numériques pour les rayons de réfrangibilités diverses, à constater l'identité sensiblement exacte de ces relations dans tous les liquides actifs que je connaissais alors, à établir plus rigoureusement le caractère moléculaire de l'action, à suivre ses effets dans une combinaison

chimique, le camphre artificiel de térébenthine, et à prouver son existence dans des vapeurs en mouvement. Mais ce n'étaient là que des confirmations du fait primitif, qui ne pénétraient pas plus profondément dans son essence intime, et ne le rendaient pas plus fécond.

» Je ne pus franchir cette borne qu'en 1832, après quatorze années de réflexions et d'essais. J'y parvins en tirant de mes expériences de 1818 l'expression mathématique des teintes des images développées dans les diverses positions du prisme analyseur, et en donnant aux observations plus de délicatesse par le soin que je pris de les faire dans l'obscurité. Le calcul m'indiqua ainsi que, dans tous les liquides incolores, où les plans de polarisation se dispersent sensiblement comme dans le cristal de roche, le mouvement rotatoire du prisme analyseur amène toujours l'image extraordinaire à une certaine teinte de transition, parfaitement définie et facile à reconnaître, dont la déviation coïncide exactement avec celle des rayons jaunes simples, et correspond à ce même minimum que mes premières observations m'avaient fait entrevoir avec des caractères bien plus restreints; de sorte qu'elle est de même proportionnelle aux épaisseurs dans les plaques de même nature. Cet indice d'une sensibilité excessive, appliqué par un mode d'observation devenu infiniment plus délicat que je ne l'avais eu jusqu'alors, me montra l'existence des propriétés rotatoires dans une multitude de liquides où je ne l'avais jamais soupçonnée, et m'en donna aussi des mesures bien plus précises. L'usage que j'en fis presque aussitôt après, avec M. Persoz, pour analyser les modifications de la fécule et de la gomme par les acides, m'ouvrit, pour ainsi dire, la voie des applications chimiques, en m'apprenant à rechercher surtout celles où les réactions s'opèrent avec une lenteur qui permette de suivre leurs phases successives. Les caractères de dispersion spécialement propres à l'acide tartrique, et si singulièrement modifiables dans les diverses combinaisons où on l'engage, étendirent ce champ de recherches fort au delà de ce qu'il peut m'être donné de parcourir par mes efforts individuels; de sorte qu'il ne me resta plus qu'à y choisir les exemples les plus convenables pour établir les formules fondamentales des applications ultérieures, et en faciliter ainsi qu'en légitimer l'emploi dans les problèmes de Chimie.

» Je supplie l'Académie de m'excuser si j'ai rappelé cette longue série de détails qui ont passé depuis tant d'années sous ses yeux. Elle verra j'espère, dans un moment, qu'ils étaient nécessaires pour apprécier équitablement ce qu'un savant aussi inventif que l'était Seebeck, a fait, et a pu faire, dans cette même voie de recherches, avec des procédés d'investigation

beaucoup moins généraux et moins sensibles, pendant le peu de temps qu'il leur a donné. J'établirai cette appréciation par les lettres mêmes qu'il m'écrivit à cette époque, et que je représente aujourd'hui. Si l'on s'étonne que je veuille la fonder sur ces seuls documents, je répondrai qu'il n'en existe pas d'autres par lesquels on puisse voir à quelle occasion, dans quel temps, avec quelles particularités, ces phénomènes se sont présentés à lui. Et la mention que j'ai dû en faire dans mon *Traité de Physique,* sans même que Seebeck m'en eût exprimé le désir, constitue aujourd'hui l'unique témoignage qui atteste qu'il s'en soit jamais occupé.

» Pour comprendre le système d'idées dans lequel il était lorsqu'il les aperçut, il faut recourir à un premier Mémoire sur la réflexion et la réfraction de la lumière, qu'il publia, en 1813, dans le *Journal de Chimie et de Physique* de Schweigger. Il y reproduisit d'abord les propriétés fondamentales découvertes par Malus, en se servant, comme lui, de glaces réfléchissantes et de piles réfringentes, disposées rectangulairement ou parallèlement ; mais il ne les étudia que dans ces deux relations de position uniques, sans suivre le physicien français dans la généralité de conception et d'expression mathématique qu'il en a donnée. Seebeck reproduisit pareillement l'expérience de M. Arago sur le développement des couleurs opéré par les lames minces de mica ou de chaux sulfatée, lorsqu'on les interpose sur la route du rayon dans ces appareils. Mais la fixité de position relative de leurs éléments ne lui permit pas d'apercevoir le sens de polarisation apparent des teintes, ni leur rapport avec les épaisseurs des lames, ni leur périodicité. Et ce fut encore ce même mode d'observation restreint, dont il se servit toujours, qui l'empêcha d'apercevoir les vrais caractères des phénomènes de polarisation opérés par les fluides, quand ils se présentèrent à lui.

» Toutefois, chose singulière, ce fut aussi là ce qui lui fit faire une très-belle observation. M. Arago avait constaté que des corps non cristallisés, par exemple certaines plaques épaisses de verre, agissaient sur les rayons polarisés, à la manière des lames minces de chaux sulfatée ou de mica; et il avait remarqué que cette action était différente en divers points de leur masse. Seebeck, voulant répéter cette expérience, introduisit de pareilles plaques entre ses piles, croisées rectangulairement. Et, comme la disposition de cet appareil lui donnait un champ de vision conique, il aperçut du même coup d'œil tout l'ensemble du phénomène, c'est-à-dire ces belles figures diversement colorées, distribuées dans toute l'étendue des plaques, avec des formes ainsi que des teintes symétriquement relatives à la con-

figuration extérieure du système où elles se produisent. Il observa ainsi leur distribution quadrangulaire dans les plaques carrées, circulaire dans les rondes, trigone dans les triangulaires, et variable d'arrangement, comme aussi de couleurs, quand on tournait les plaques dans leur propre plan. Il appela ces apparences *figures entoptiques*, c'est-à-dire *vues à l'intérieur des corps*. Il constata en outre que, si l'on enlevait une portion des plaques par une fracture, il s'opérait des mutations soudaines et générales dans la nature des teintes, et dans la configuration des lignes colorées que le système total présentait.

» Seebeck avait conçu l'opinion fort juste que ces phénomènes résultaient d'une tension inégale des parties des plaques où on les observe. Il me confia cette idée dans les premières lettres qu'il me fit l'honneur de m'écrire; et, dans une de celles que je dépose ici, datée du 8 février 1816, il m'apprit qu'il l'avait confirmée par l'expérience, en modifiant les figures entoptiques déjà formées, ou les faisant naître, par l'application d'une pression artificielle, dans des plaques de verre et de gomme arabique. Il ajoute, comme preuve ultérieure, qu'il a vu se développer des figures analogues dans des plaques de verre chauffées et refroidies rapidement. Il ignorait probablement que, dès l'année 1814, le docteur Brewster avait produit ces derniers phénomènes de la même manière; et, en publiant les résultats du savant anglais avec les siens dans mon *Traité de Physique*, je crains d'avoir omis cette distinction: je saisis avec plaisir l'occasion, quoique tardive, de réparer cette faute involontaire.

» La même idée avait conduit Seebeck à penser que les cristaux biréfringents devaient aussi produire des figures entoptiques, dans leur état naturel, en vertu de la seule inégalité d'agrégation de leurs molécules autour de l'axe de cristallisation que l'on supposait alors être toujours unique. Et, en interposant des plaques de spath calcaire, dans son appareil à piles croisées, pour en chercher la confirmation, il aperçut les anneaux colorés qui se développent lorsque le faisceau conique de lumière polarisée qui arrive à l'œil, traverse ce cristal suivant des directions voisines de son axe. Il me fit part de ces résultats dans une Lettre que je dépose, et qui est datée du 30 décembre 1815. Mais je lui répondis qu'on avait déjà présenté ici, un mois auparavant, une observation semblable, où l'on avait donné la détermination mathématique des teintes des anneaux, en fonction de la direction des rayons qui les forment, et de l'épaisseur que ceux-ci parcourent dans la plaque traversée. J'ignorais alors que Wollaston nous avait précédés tous deux dans la manifestation du phénomène.

» Ce fut dans le cours de cette correspondance, et je crois au commencement de février 1816, que je l'informai des phénomènes de polarisation opérés par les fluides que j'avais présentés à l'Académie vers la fin d'octobre 1815, et qui étaient alors imprimés, sous cette date, dans le *Bulletin de la Société Philomatique*, pour le mois de décembre de la même année. Je ne puis me rappeler, après tant de temps, si cette communication précéda ou suivit de quelques jours celle qu'il me fit lui-même, qu'en interposant des plaques d'essence de térébenthine entre ses piles croisées, ce liquide rétablissait la transparence, comme aurait pu faire un corps cristallisé. Mais, en lui annonçant ces phénomènes, je lui décrivis l'appareil général à rotation circulaire, dont je faisais constamment usage, et qui était indispensable pour découvrir le sens des déviations vers la droite ou vers la gauche de l'observateur, pour mesurer leurs valeurs angulaires, reconnaître leur rapport de proportionnalité avec les épaisseurs, et calculer les proportions dans lesquelles il faut mêler les liquides à rotations contraires afin d'en former des systèmes neutres, c'est-à-dire qui ramènent à la polarisation primitive le rayon qui les a traversés. En effet, par la limitation de son appareil, et par l'ignorance où il était des déterminations antérieurement obtenues sur le mouvement des plans de polarisation dans les plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe, ainsi que de l'opposition qu'on avait constatée dans leur sens d'action, la restitution partielle de la visibilité, par la présence des liquides entre ses piles, fut presque la seule particularité du phénomène qu'il lui fut possible d'apercevoir. C'est ce que l'on reconnaîtra évidemment par la réponse qu'il m'adressa sur ce sujet, le 26 février 1816, et dont je rapporte ici la traduction complète, en l'accompagnant de notes marginales pour éclaircir quelques-uns des détails qu'elle contient. Cette Lettre, postérieure de quatre mois à la communication que j'avais faite à l'Académie, mais dont il n'avait aucune connaissance, montrera le point précis auquel il était arrivé par ses expériences propres, et par ses seules conceptions.

TEXTE DE LA LETTRE.

« Nuremberg, 26 février 1816.

» J'ai reçu en son temps votre lettre du » 5 février, mais plusieurs occupations » m'ont empêché de vous répondre plus tôt. » J'ai cru convenable de répondre quel- » ques mots à M. Delambre lui-même, et » je prends la liberté de les joindre à cette » lettre (1). Je vous suis fort reconnaissant

REMARQUES EXPLICATIVES.

(1) M. Delambre lui avait probablement écrit

» pour les observations très-intéressantes » que vous m'avez communiquées Je ne » suis pas encore parvenu à répéter, par le » procédé que vous m'avez indiqué, vos » expériences sur la solution de camphre » dans l'essence de térébenthine (2). Je » trouve cependant que mes expériences » sur le camphre et l'essence de térében» thine coïncident beaucoup (sehr übereinstimmen) avec les vôtres (3). Comme » plusieurs huiles renferment du camphre, » mon attention s'est tout de suite dirigée » vers ce dernier corps. Il m'a paru que » l'action des huiles de térébenthine et de » menthe poivrée pouvait tenir à ce qu'elles » renfermaient naturellement un cam» phre; mais je reconnus bientôt que cela » n'était pas. Je trouvai que le camphre » à l'état solide, placé entre les deux piles » croisées, s'illuminait; que le camphre » fondu, et à l'état liquide, rendait la » transparence aux piles, quoique d'une » manière plus faible que l'essence de té» rébenthine prise à même épaisseur (4). » Mais le camphre dissous dans l'essence » de térébenthine affaiblissait la propriété » de cette dernière, de rétablir la trans» parence; et cela d'autant plus qu'il en» trait en proportion plus grande (dans le » système mixte). J'en étais là lorsque je » reçus votre dernière lettre. Ces expé» riences montraient déjà qu'il existait » entre le camphre et l'essence de téré» benthine une espèce d'opposition, quelle » qu'en soit d'ailleurs la cause (5). Vos ob» servations m'ont conduit à faire les » deux expériences suivantes : 1° à une » solution de camphre dans l'essence de » térébenthine qui ne rétablissait plus la » transparence des piles croisées, j'ajoutai » une nouvelle quantité de camphre, une » quantité aussi grande que l'essence pou» vait en tenir en dissolution à une tem-

pour le remercier de la communication de ses expériences, que Seebeck m'avait chargé de présenter à l'Académie, ce dont je m'étais acquitté.

(2) Il veut parler des indications que je lui avais transmises sur l'emploi de l'appareil à rotation circulaire pour mesurer le pouvoir de déviation propre à chaque liquide, et pour en conclure les proportions exactes qui produisent, par leur mélange, des systèmes neutres. L'exemple qu'il cite est celui que j'avais donné dans le *Bulletin de la Société Philomatique*, et que je lui avais mentionné.

(3) On a traduit le mot allemand par sa signification la plus probablement intentionnelle. Si on l'a fidèlement saisie, je dirai que Seebeck, n'ayant pas répété l'expérience qui donne les mesures des déviations, n'a pu apprécier la coïncidence de nos résultats que dans les limites du système d'idées qu'il s'était formé de ces phénomènes.

(4) Le camphre solide agit sur les rayons polarisés en vertu de l'état cristallin de ses parties constituantes, au lieu qu'après avoir perdu cet état par la liquéfaction, il agit en vertu de son pouvoir rotatoire moléculaire. Mais Seebeck ne pouvait pas faire cette distinction, parce que son appareil confondait ces deux genres d'effets dans une apparence commune.

(5) Il ne pouvait en effet reconnaître cette cause, puisqu'il n'avait pas observé l'opposition de sens des pouvoirs moléculaires exercés par les deux corps.

» pérature de 35 à 40 degrés Réaumur. » La liqueur rétablit alors la transparence. » Cette expérience confirme de la manière » la plus nette votre observation, qu'il y » a un point de neutralité; si ce point est » dépassé, alors le corps en excès com- » mence à agir (6); 2° de l'huile de téré- » benthine et du camphre (en solution) dans » deux verres séparés, d'égale grandeur, » ayant environ un quart de pouce de dia- » mètre, parurent obscurs entre deux piles » croisées, et je ne pouvais reconnaître à » travers (ce système) des objets suffisam- » ment éclairés (7).

» J'ajouterai quelques autres observa- » tions. Non-seulement le camphre, mais » aussi le sucre (dissous) présentent aussi » une action contraire à l'essence de té- » rébenthine (8). Le sucre cristallisé, bien » transparent, se comporte entre les piles » à la manière des cristaux biréfringents; » et j'ai très-bien reconnu la duplication » des images à travers un prisme de » sucre. Le sucre dissous dans l'eau réta- » blit la transparence entre les piles croi- » sées, et cela d'autant mieux qu'il y a » plus de sucre dans la dissolution; et il » diminue la transparence des piles dans » leur position parallèle (9). Si l'on place » une dissolution de sucre au devant d'un » verre rempli d'essence de térébenthine, » les deux liqueurs paraissent non trans- » parentes entre les deux piles croisées, » de même que cela a lieu dans les mêmes » circonstances pour une dissolution de » camphre dans l'alcool, placé derrière une » couche d'essence de térébenthine (10). » La propriété que possède l'essence de » térébenthine de rétablir la transpa- » rence est également diminuée par l'ad- » dition d'une petite quantité de résine. » Même, l'essence qui a été obtenue par » distillation avec l'eau, agit moins effi- » cacement que celle qui a été immédiate- » ment distillée. Le camphre dissous dans » l'acide nitrique agit très-énergiquement.

(6) Ce fait se conclut bien plus rigoureusement de l'opposition de sens qui existe entre les deux pouvoirs, comme on l'a exprimé dans la Note insérée au *Bulletin de la Société Philomatique*.

(7) Ceci est encore une conséquence de l'opposition des pouvoirs moléculaires; et la proportion relative des deux corps qui peut rendre au rayon transmis sa polarisation primitive, s'en conclut bien plus exactement que par cette épreuve.

(8) Comme l'existence de la propriété rotatoire dans une substance aussi commune que le sucre m'a paru devoir être très-commode pour varier les expériences, j'ai saisi la première occasion de la mentionner dans le *Bulletin de la Société Philomatique*, en la rapportant à Seebeck (1816, page 125). J'en fis alors usage dans une Note où j'annonçais l'opposition de pouvoir qui existait entre le sucre de canne et la gomme arabique. Mais je n'avais pas encore, à cette époque, des procédés d'observation assez délicats pour apercevoir l'inversion de pouvoir que le sucre de canne éprouve par la fermentation.

(9) L'action du sucre cristallisé solide, et celle du même sucre dissous, sont de nature distincte : la première dissimule la seconde et la fait disparaître quand elles coexistent; mais celle-ci se montre seule dans le sucre solide *non cristallisé;* et elle y est de même intensité qu'à l'état liquide, parce qu'elle y est indépendante de l'état d'agrégation.

(10) Cette compensation n'a pas lieu généralement, mais seulement par une proportion des épaisseurs des deux liquides, réciproque à leurs pouvoirs propres de déviation.

» J'ai indiqué, dans une de mes précé- » dentes lettres (11), plusieurs huiles qui » rétablissent la transparence. Si l'on fait » agir l'une de ces huiles, par exemple » celle de menthe poivrée, conjointement » avec de l'essence de térébenthine, ces » deux huiles étant renfermées dans des » vases particuliers, les objets paraissent » beaucoup plus nets qu'avec une seule » des deux huiles (12). L'huile de cèdre, » combinée de même avec l'essence de » térébenthine, produit un effet pareil. » Ces huiles agissent donc de la même ma- » nière que l'essence de térébenthine, car » cette dernière éclaircit le champ pro- » portionnellement à son épaisseur (13). » Plusieurs autres huiles exercent des ac- » tions semblables : les huiles ci-après » désignées ne rétablissent pas la transpa- » rence : ce sont celles d'hysope, d'ori- » gan, de cerfeuil, de camomille, d'œil- » let, d'anis, de thym, de mille-fleurs » (Anthos), de cumin, de cajeput, de » marjolaine, de bergamotte, de la- » vande, de cassia, d'aneth, de valé- » riane (14). Le baume de copahu est » également sans action. L'huile de suc- » cin blanc paraît avoir une action fai- » ble ; mais cela demande à être examiné » de nouveau. L'huile de pétrole blanc » n'agit pas. Je n'ai pas eu l'occasion d'es- » sayer l'huile de naphte. Toutes ces ob- » servations réclament de nouvelles re- » cherches chimiques ; j'espère qu'elles » seront bientôt entreprises par quelqu'un » de vos habiles chimistes.

» Vous annoncez dans votre dernière » lettre que des disques de cristal de roche » présentent des oppositions semblables à » celles que l'on reconnaît dans le cam- » phre et l'essence de térébenthine. Cela » dépend-il seulement de la différence » d'épaisseur des plaques, par suite de la- » quelle les couleurs de l'image extraor- » dinaire paraîtraient dans un ordre in- » verse (15)? Vous annoncez plus loin que » des disques de 5, 6, et même 10 et 12

(11) Probablement dans celle qui n'est plus en ma possession.

(12) Ceci est une conséquence de l'identité de sens des deux pouvoirs. Le faisceau polarisé qui a traversé les deux liquides a ses plans de polarisation plus déviés que s'il n'en traversait qu'un seul. En conséquence, il donne entre les piles une image extraordinaire plus intense, dans les limites d'épaisseur restreintes que Seebeck employait.

(13) Cette expression de proportionnalité ne doit pas être prise dans une acception rigoureuse. Il fallait dire, d'autant plus que l'épaisseur est plus grande; et même, avec cette extension, l'accroissement de la transparence n'a lieu que pour les épaisseurs restreintes que Seebeck employait, lesquelles ne lui laissaient pas apercevoir de changements sensibles dans les teintes des images. La proportionnalité rigoureuse n'a lieu que pour les déviations d'un même rayon simple, transmis dans un même liquide, à diverses épaisseurs.

(14) Plusieurs des huiles essentielles mentionnées ici par Seebeck se montrent actives quand on les observe par des procédés plus délicats. Je citerai comme exemple les huiles d'anis, de marjolaine, de bergamotte, de lavande, où j'ai reconnu depuis cette propriété.

(15) Je lui avais indiqué les propriétés rotatoires opposées, des plaques de cristal de roche perpen-

» millimètres, ne présentent pas d'an-
» neaux colorés comme le spath calcaire.
» Je dois conclure de là que vous avez ob-
» tenu des anneaux entoptiques réguliers
» avec des plaques plus épaisses de cristal
» de roche (16). Cela m'intéresse d'autant
» plus que je n'ai pas encore observé ces
» anneaux sur des cristaux ayant des faces
» (latérales) entièrement planes; et vous
» me rendriez un grand service si vous
» vouliez bien m'en dire davantage sur ce
» sujet. Je possède depuis peu de temps
» trois prismes de cristal de roche avec des
» faces perpendiculaires à l'axe : le pre-
» mier a 21^{mm} d'épaisseur, le second
» 30^{mm}, enfin le troisième 66^{mm}. Aucun
» de ces prismes ne montre une figure
» entoptique *régulière* (sic) : les deux pre-
» miers montrent des couleurs entopti-
» ques assez vives, quoique irrégulières.
» Le dernier, qui est un cristal d'une
» grande beauté, ne montre que des cou-
» leurs très-faibles, et elles sont irrégu-
» lières (17). Je sais bien que M. Arago a
» déjà observé des anneaux colorés sur
» des cristaux de quartz lenticulaires, et
» j'en possède moi-même plusieurs.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

diculaires à l'axe, comme donnant la clef du phénomène; mais n'ayant pas (comme on l'a vu plus haut), répété ces expériences avec un appareil qui pût lui faire mesurer, ou même observer le sens propre des déviations, il n'a pas saisi le sens des indications que je lui donnais. On voit par-là qu'il ne connaissait pas le volume des Mémoires de l'Académie qui a paru en 1814, et dans lequel j'ai consigné les résultats précédents.

(16) Je lui avais probablement indiqué la teinte uniforme qui, dans les plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe, occupe le centre des anneaux, et est produite par les propriétés rotatoires. Mais, à quelque distance de ce centre, le trajet des rayons devenant oblique à l'axe, la double réfraction du cristal se développe. Alors la lumière transmise commence à se partager entre ces deux genres d'action, jusqu'à une certaine limite d'écart, où la portion qui cède au pouvoir rotatoire devient insensible; et au delà de ce terme on voit les anneaux formés autour de l'axe du cristal. Mais Seebeck, ne faisant pas la distinction nécessaire de ces phénomènes, n'a pas compris le sens des indications que je lui donnais.

(17) Par le mot *prisme*, Seebeck veut sans doute ici désigner des aiguilles de quartz, coupées perpendiculairement à leur axe, et ayant les épaisseurs qu'il indique. Alors la grande épaisseur de la dernière devait y disperser les plans de polarisation, de manière à y rendre les couleurs centrales très-faibles, comme il le dit. Quant aux irrégularités qu'il trouvait dans les figures, elles se voient dans toutes ces plaques lorsqu'on les observe dans un appareil à vision conique, en les tenant éloignées de l'œil.

» Cette Lettre, postérieure de quatre mois aux communications que j'avais faites à l'Académie sur les propriétés rotatoires des liquides, montre, je crois, suffisamment, que j'ai rendu à Seebeck une justice loyale dans mon *Traité de Physique*, en disant que ses recherches sur les plaques de verre trempées l'avaient conduit à observer aussi « le développement des » couleurs dans certaines huiles essentielles, en les plaçant entre deux » piles de glaces croisées rectangulairement. » Cette seule désignation de l'appareil employé par lui me parut alors devoir suffire pour indiquer aux expérimentateurs la restriction nécessaire des résultats qu'il avait pu ainsi obtenir. J'ai eu tort de dire qu'il avait observé le développement des couleurs,

puisqu'il n'en est pas fait mention dans ses lettres. Et en effet, comme son appareil ne lui faisait voir que l'image extraordinaire qu'on obtient avec l'appareil à rotation, quand le prisme analyseur a sa section principale dirigée dans le plan de la polarisation primitive, la teinte de cette image, avec les épaisseurs bornées qu'il employait, n'a pu être qu'un bleu plus ou moins blanchâtre, dont la coloration devait être difficilement discernable quand on le regardait isolément. Mais je n'avais pas alors assez approfondi la loi de formation de ces teintes, pour interpréter le silence de Seebeck sur cette particularité importante, et j'ai mieux aimé lui attribuer trop que trop peu.

» Il me reste à prouver que la mention que je fis de lui alors est le seul document auquel les physiciens, qui ont écrit depuis sur ces phénomènes, aient pu recourir pour assigner la part qu'il avait à leur découverte.

» Je discuterai d'abord un passage du Traité de M. J. Herschel sur la lumière, qui a paru à la fin de 1827, et qui a été cité récemment dans cette assemblée. Après avoir mentionné, à la page 550, l'opposition que j'avais reconnue dans le sens des déviations opérées par diverses aiguilles de cristal de roche, cet auteur s'exprime dans les termes suivants, § 1045 :

« Mais les phénomènes de rotation ci-dessus décrits ne sont pas bornés » au quartz; ils se présentent aussi dans plusieurs liquides et même dans » des vapeurs, circonstance qui doit paraître fort inattendue quand on » considère que les molécules des liquides et des vapeurs doivent être » supposées sans aucune relation d'arrangement cristallin entre elles, et » indépendantes les unes des autres. De sorte que, pour produire de tels » phénomènes, il faut concevoir chaque molécule individuellement constituée d'une manière dissimétrique, c'est-à-dire ayant un côté droit et » un gauche distincts. M. Biot et M. Seebeck paraissent (*appear*) avoir fait » cette singulière et intéressante découverte à peu près dans le même temps; » mais le premier a analysé le phénomène avec un soin particulier, et c'est » de son Mémoire ci-dessus cité que je vais en tirer les caractères. » On peut d'abord inférer de ceci que M. Herschel, lorsqu'il écrivit ce passage, n'avait aucune information directe des expériences faites par Seebeck sur ces phénomènes, puisqu'il n'aurait pas manqué de les spécifier; et s'il les avait connues, ou seulement s'il avait fait attention à la nature de l'appareil employé par Seebeck, que j'avais dit être des piles croisées, il aurait vu qu'il ne pouvait pas avoir découvert l'opposition de sens des déviations vers la droite ou vers la gauche de l'observateur, qui est le caractère fondamental du phénomène, puisque ces déviations ne s'y manifestent que par un effet commun à ces deux sens. Je puis donc dire à mon tour, *il paraît*

que M. Herschel a nommé ici Seebeck d'après la mention que j'en avais faite moi-même dans mon *Traité de Physique*. Mais, involontairement sans doute, il lui a donné une part plus large que cette mention ne devait le faire supposer à un expérimentateur aussi exercé que lui.

» J'ai vainement cherché des traces du travail de Seebeck dans les journaux scientifiques d'Allemagne, où il avait coutume de consigner ses observations. Je n'en ai trouvé non plus aucune dans la traduction allemande de mon *Traité de Physique*, publiée à Leipsick en 1829, avec beaucoup de développements. On y a même omis, sans ma participation, comme à mon insu, la note dans laquelle j'avais exprimé ses droits, en réservant les miens. Mais, ce qui confirme le plus évidemment qu'aucune publication n'a été faite sur ce sujet, par Seebeck lui-même, c'est le passage suivant que j'extrais de son éloge historique composé par M. Poggendorff et inséré dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin pour l'année* 1839, page XXXI.

« Plus d'une fois Seebeck a eu ce désagrément qu'un fait découvert par » lui a été en même temps, ou un peu auparavant, à son insu, trouvé » aussi en France ou en Angleterre. Et lorsque, plus tard, il apprit cette » coïncidence, il ne fit pas valoir ses droits.

» Ainsi, chose singulière, nous savons seulement par le témoignage d'un » physicien français, que Seebeck est le découvreur (der entdecker) de trois » faits qui, en importance, pourraient facilement surpasser la découverte » des figures entoptiques.

» La propriété si utile de la tourmaline de ne laisser passer dans le sens » perpendiculaire à son axe que la lumière polarisée parallèlement à cet » axe (sic) (1); le système d'anneaux colorés que la lumière polarisée » développe dans les plaques de spath d'Islande, ayant leurs faces perpen» diculaires à l'axe de ce cristal; enfin les couleurs encore si problématiques » sous bien des rapports, qui se présentent dans des circonstances ana» logues à travers l'essence de térébenthine : ces trois faits ont été décou» verts par Seebeck dans l'intervalle de mars 1815 à janvier 1816, comme » Biot le certifie dans son *Traité de Physique* (tome IV, page 542). Il » est vrai de dire que, dans ces découvertes, Seebeck fut en partie précédé » par Biot d'une part, et par Brewster et Wollaston de l'autre; mais

---

(1) Il y a probablement ici une faute d'impression ; car la lumière qui a traversé une plaque de tourmaline parallèle à l'axe, suffisamment épaisse, en sort polarisée *perpendiculairement* à l'axe du cristal et non *parallèlement*.

» cela ne doit pas nous empêcher de citer ces découvertes comme de
» nouvelles preuves de son heureuse faculté d'observation (1). »

» Personne ne s'associera plus sincèrement que moi à cet hommage. Peut-être aurait-il été à désirer qu'en s'appuyant ainsi *uniquement* sur le témoignage que j'avais rendu à Seebeck, l'auteur de l'éloge eût fixé plus nettement la nature de ses droits, dans les limites qui résultaient de mes expressions. Je ne puis non plus m'expliquer ce que les couleurs développées par l'essence de térébenthine et par tant d'autres liquides peuvent avoir de problématique, puisqu'elles sont un fait matériel que tout le monde peut voir, en employant un appareil convenablement disposé. Mais j'aime mieux me borner à conclure de ce passage que si un écrivain allemand, aussi instruit que M. Poggendorff dans l'histoire des travaux physiques, n'a pas trouvé d'autres documents que mon témoignage pour constater les titres de Seebeck sur ce genre de phénomènes, c'est qu'ils sont tout entiers contenus dans ses lettres que je viens d'analyser.

» Il ne me reste plus qu'à exprimer le désir que M. Seebeck le fils veuille bien chercher, dans les papiers de son père, s'il aurait par hasard conservé les lettres que je lui écrivis alors, et dont je n'ai moi-même gardé aucune copie; car s'il les retrouvait et qu'il les adressât à l'Académie, ou qu'il les publiât lui-même, elles compléteraient l'exposition des faits que je viens de rapporter. »

---

(1) Je ne vois pas le motif pour lequel M. Poggendorff fait intervenir le docteur Brewster dans la découverte des trois faits qu'il vient de mentionner et qui sont indiqués dans ma Note. La manifestation des anneaux autour de l'axe du spath d'Islande appartient sans contredit au docteur Wollaston. Quant à la propriété polarisante de la tourmaline, je l'ai présentée à l'Académie le 5 décembre 1814, comme on le peut constater dans les procès-verbaux de cette compagnie. J'en ai publié l'annonce dans le *Bulletin de la Société Philomatique* pour le commencement de 1815, page 26, et le Mémoire entier a été imprimé dans les *Annales de Chimie* de mai 1815, sous sa date de lecture du 5 décembre 1814. Enfin j'ai rappelé ces dates, dans la note même que cite M. Poggendorff. Il est tout simple que Seebeck n'ait pas connu ces diverses publications; mais il n'y a pas lieu d'y faire intervenir le docteur Brewster. Au reste, en rapportant la propriété polarisante de la tourmaline dans son *Traité de la Lumière*, § 817, 818 et 1060, M. Herschel a omis de dire à qui cette observation est due, quoiqu'il insiste sur son utilité, et qu'il en explique avec détail les applications. Peut-être cela a-t-il induit en erreur M. Poggendorff sur son véritable auteur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mémoire sur les matières azotées neutres de l'organisation; par* MM. **Dumas** *et* **Cahours**.

« Depuis longtemps les chimistes ont signalé, dans les animaux, trois matières azotées neutres, remarquables, soit par un grand nombre de propriétés communes, soit par leur abondance dans les solides ou les liquides de l'économie, soit enfin par leur présence dans tous nos aliments essentiels: ces matières sont l'albumine, la fibrine et la caséine. L'albumine, qui fait partie du blanc d'œuf; la fibrine, qui forme la portion coagulable du sang; la caséine, qui constitue la partie animale du lait. Dans ces derniers temps, tout le monde s'accordait à leur attribuer une combinaison identique.

» Dans un *Essai de Physiologie chimique*, soumis il y a dix-huit mois au jugement du public, M. Boussingault et moi nous avons posé en principe que ces matières albuminoïdes existent dans les plantes; qu'elles passent toutes formées dans le corps des herbivores, d'où elles sont transportées dans celui des carnivores; que les plantes seules ont le privilége de fabriquer ces produits dont les animaux s'emparent, soit pour les assimiler, soit pour les détruire, selon les besoins de leur existence.

» Nous avions étendu ces principes à la formation des matières grasses, qui selon nous prennent complétement naissance dans les plantes, et qui viennent jouer dans les animaux le rôle de combustibles, ou même quelquefois un rôle transitoire.

» Nous avions enfin reconnu la nécessité de grouper ensemble tous les corps de la chimie organique doués de la propriété de passer à l'état d'acide lactique par la fermentation, entrant comme le sucre et les fécules, pour une part importante dans l'alimentation de l'homme et des animaux, et ne se produisant réellement que dans les plantes, par les forces de la végétation.

» C'est l'ensemble de ces vues et de leurs conséquences, que nous avons résumé dans le tableau suivant:

LE VÉGÉTAL	L'ANIMAL
Produit des matières azotées neutres....	Consomme des matières azotées neutres;
des matières grasses...........	des matières grasses;
des sucres, fécules, gommes...	des sucres, fécules, gommes;
Décompose l'acide carbonique..........	Produit de l'acide carbonique;
l'eau.....................	de l'eau;
les sels ammoniacaux.......	des sels ammoniacaux;
Dégage de l'oxygène.................	Consomme de l'oxygène;
Absorbe de la chaleur.................	Produit de la chaleur;
Absorbe de l'électricité.......	Produit de l'électricité;
Est un appareil de réduction..........	Est un appareil d'oxydation;
Est immobile.........................	Est locomoteur.

» Quoique ces lois se rattachent à un certain nombre de faits ou de principes déjà connus, elles constituent, par leur réunion, un système que nous avons le droit de considérer comme nouveau.

» Dès son apparition, ce système devint l'objet d'une attention qui devait nous encourager vivement à en poursuivre le développement expérimental.

» La démonstration exacte des lois que nous avions posées exigeait un grand nombre d'analyses très-délicates. L'absence prolongée de M. Boussingault, qui terminait de son côté, en Alsace, des expériences dès longtemps commencées, m'ayant privé de son concours, et ne pouvant exécuter par moi-même toutes les analyses que nous avions en vue, j'ai été heureux de trouver dans la collaboration de M. Cahours, ancien élève de l'École Polytechnique, un secours qui me devenait indispensable, et dont les travaux personnels de M. Cahours font aisément apprécier toute l'importance.

» Malgré tout le zèle que nous y avons mis l'un et l'autre, nous aurions difficilement conduit à fin un travail qui a exigé plus de cent cinquante analyses organiques faites par des procédés plus longs qu'on n'a coutume de les employer, mais aussi, nous osons le croire, plus précis, et ici la précision devait surtout nous préoccuper.

» Ce travail a été considérablement allégé par le dévouement de M. Saint-Èvre, jeune chimiste très-éclairé, qui s'y est consacré avec ardeur et qui en a pris une part très-large. Nous le prions d'en recevoir ici nos remercîments publics.

» Si, comme nous l'espérons, les physiologistes reconnaissent, avec nous, que les plantes sont chargées de fabriquer la protéine qui sert de base à l'albumine, la fibrine et la caséine; que les animaux peuvent bien modifier cette matière, l'assimiler ou la détruire, mais qu'il ne leur est pas donné de la créer, nous nous estimerons heureux, après avoir été les premiers à publier ces opinions, d'être aussi les premiers à fournir à la science des analyses exactes de quelques-unes de ces substances.

» Rappelons cependant, pour éviter toute erreur, que déjà, en ce qui concerne l'albumine, cette opinion avait été énoncée par MM. Prévost et le Royer dans leur Mémoire sur la digestion; mais, il faut bien le dire, elle n'y était pas appuyée de preuves suffisantes pour entraîner la conviction des physiologistes (1).

» Plus tard elle fut reproduite par M. Mulder, qui, s'appuyant simplement

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. V.

sur l'identité de composition qu'il venait de reconnaître entre l'albumine végétale et l'albumine animale, n'hésite pas à en conclure que l'albumine des animaux herbivores provient des plantes qui leur servent de nourriture (1).

» Un oiseau granivore trouve dans le blé tous les éléments de sa nourriture. Un chien trouve dans le pain les matières que son organisation exige pour vivre et se développer. Une jument qui allaite peut non-seulement trouver dans l'orge et l'avoine les matériaux nécessaires à sa propre existence, mais aussi la substance au moyen de laquelle se forme la caséine qui se trouve dans son lait.

» Les céréales doivent donc, indépendamment des matières amylacées ou sucrées qu'elles contiennent, offrir à l'organisation animale les moyens de se procurer la substance azotée neutre que tout animal renferme et que nous lui refusons le pouvoir de créer.

» Rien de plus concluant, à cet égard, que l'analyse du blé ou celle de la farine qui en provient.

» Si l'on prend de la farine, et qu'après en avoir formé une pâte ferme, on lave celle-ci lentement sous un filet d'eau, tout le monde sait qu'il reste dans la main de l'opérateur une pâte grisâtre, élastique, tenace, d'une odeur fade, qui constitue le gluten des anciens chimistes.

» La liqueur trouble qui s'écoule entraîne la fécule avec quelques débris de gluten, et elle se charge de tous les produits solubles.

» Or si, après avoir laissé cette liqueur au repos, on la décante de manière à l'obtenir claire et libre de fécule, il suffit de la soumettre à l'ébullition pour voir s'y former des écumes qui se contractent sous forme de fibres grisâtres et qui offrent tous les caractères de l'albumine coagulée.

» D'autre part, si l'on prend le gluten brut, tel qu'il reste dans la main de l'opérateur, après d'abondants lavages, on y reconnaît facilement la présence de quatre substances distinctes au moins.

» En effet, si on le fait bouillir avec de l'alcool, concentré d'abord, puis avec de l'alcool affaibli, on obtient un résidu fibreux, grisâtre, que l'un de nous a désigné, dans son cours de 1839, sous le nom de fibrine végétale.

» Les liqueurs alcooliques, abandonnées au refroidissement, donnent un produit auquel on est porté à attribuer les propriétés par lesquelles on caractérise ordinairement le caséum ou la caséine.

---

(1) *Répertoire de Chimie.*

» Enfin, si l'on concentre ces liqueurs alcooliques, et si on les laisse refroidir, il s'en dépose une substance pultacée qui offre toutes les propriétés des matières albumineuses, mais qui, par la spécialité de quelques-uns de ces caractères, méritera plus particulièrement le nom de glutine.

» Avec la glutine se précipite d'ailleurs une matière grasse, facile à extraire par l'éther, et qui offre toutes les propriétés des huiles grasses ordinaires, ou plutôt des matières butyreuses, dont elle se rapproche par son point de fusion.

» Ainsi, l'analyse de la farine des céréales nous apprend à y reconnaître :

» 1°. L'albumine;

» 2°. La fibrine;

» 3°. La caséine;

» 4°. La glutine;

» 5°. Des matières grasses;

» 6°. De l'amidon, de la dextrine et du glucose.

» Nous regardons comme démontré que tout aliment des animaux renferme sinon les quatre premières substances, c'est-à-dire les matières azotées neutres, du moins, quelques-unes d'entre elles.

» Nous admettons que, dans les cas où l'amidon, la dextrine et le sucre disparaissent de l'aliment, ils sont remplacés par des matières grasses, comme cela se voit dans l'alimentation des carnivores.

» Nous voyons enfin que l'association des matières azotées neutres, avec les matières grasses et les matières sucrées ou féculentes, constitue la presque totalité des aliments des animaux herbivores.

» Ne ressort-il pas de là ces deux principes fondamentaux de l'alimentation, savoir :

» 1°. Que les matières azotées neutres de l'organisation sont un élément indispensable de l'alimentation des animaux;

» 2°. Qu'au contraire, les animaux peuvent, jusqu'à un certain point, se passer de matières grasses; qu'ils peuvent se passer absolument de matières féculentes ou sucrées, mais à la condition que les graisses seront remplacées par des quantités proportionnelles de fécules ou de sucres, et réciproquement. Nous verrons plus tard que si la privation de matières grasses ne compromet pas, pour un temps, la vie de l'animal, elle exerce néanmoins un effet qui mérite une attention particulière.

» L'obligation indispensable où sont tous les animaux de faire entrer dans leur régime les matières azotées neutres, qui existent dans leur pro-

pre organisation, démontre presque déjà qu'ils sont incapables de créer ces sortes de matières. Mais, pour mettre ce résultat en pleine évidence, il suffit de suivre ces matières azotées neutres introduites dans l'estomac et de voir quelle est leur destination finale. Or, il est assez facile de prouver qu'elles se trouvent représentées essentiellement par l'urée, qui, chez l'homme et les herbivores, constitue le produit principal de l'urine, et par l'acide urique qui, chez les oiseaux et les reptiles, jone le même rôle que l'urée.

» Abstraction faite des excréments, l'homme adulte absorbe chaque jour une quantité de matières azotées neutres capable de représenter 15 à 16 grammes d'azote, quantité qui se retrouve en entier dans les 30 à 32 grammes d'urée que renferme l'urine qu'il rend dans les vingt-quatre heures.

» Ainsi, abstraction faite de tous les phénomènes qui se passent dans l'intérieur des organes, et en ne considérant que la balance d'entrée et de sortie, on trouve que l'homme rend en urée à peu près tout l'azote qu'il avait reçu, sous forme de matière azotée neutre.

» N'est-il pas tout simple d'en conclure que la matière azotée neutre de nos aliments sert à produire cette urée et que toute l'industrie de l'organisme animal se borne, soit à s'assimiler cette matière azotée neutre, quand il en a besoin, soit à la convertir en urée?

» Cette opinion devient presque l'évidence, si l'on ajoute que l'étude des phénomènes de la respiration nous démontre que les matières grasses disparaissent de l'organisme animal par l'effet d'une véritable combustion; que les matières amylacées ou sucrées sont également brûlées dans l'accomplissement des phénomènes de la vie; enfin, que la différence qui existe entre l'urée et la matière animale neutre d'où elle provient, se représente exactement par un phénomène de combustion.

» C'est dans le but de vérifier, de contrôler et de limiter à ce qu'elles ont de vrai ces conclusions relatives aux matières azotées neutres, que les expériences suivantes ont été entreprises.

» *Fibrine.* — On a admis généralement jusqu'ici que la fibrine est une substance identique avec l'albumine, quant à sa composition. M. Mulder a présenté un si grand nombre d'analyses qui conduisent à ce résultat, qu'on n'a pas lieu de s'étonner que M. Liebig et ses élèves soient tombés dans la même erreur.

» En effet, il faut une grande attention pour s'apercevoir que la fibrine diffère de l'albumine sous le rapport de la composition, tant la

différence est faible ; mais elle n'est pourtant pas douteuse, et la fibrine renferme incontestablement plus d'azote et moins de carbone que l'albumine.

» Cet excès d'azote ne s'élève pas au point que l'avaient supposé MM. Gay-Lussac et Thenard dont l'analyse, sous le rapport du carbone et de l'hydrogène, est d'ailleurs irréprochable.

» Nous avons mis un grand intérêt à donner à nos analyses toute la certitude que comporte l'état actuel de la science. Les matières ont été purifiées et desséchées avec des précautions minutieuses, mais dont la nécessité est bientôt reconnue par quiconque se livre à l'étude des produits de cette espèce.

» L'analyse a toujours été dirigée de façon à doser chaque produit d'une manière absolue et avec une approximation suffisante pour mettre en évidence les petites différences que nous avions à apprécier.

» Ainsi, quand il s'agissait de doser l'azote, nous opérions de manière à recueillir au moins 50 à 60 centimètres cubes de ce gaz, et souvent jusqu'à 80 ou 100 centimètres cubes. C'est par-là que des différences, trop légères pour se manifester avec de moindres doses, ont pu devenir sensibles et mesurables.

» Pour l'hydrogène et le carbone, nous avons toujours employé le procédé connu de l'oxyde de cuivre, mais nous avons fait constamment intervenir le chlorate de potasse à la fin des analyses, soit comme moyen de terminer les combustions, soit comme moyen de balayer l'acide carbonique et l'eau des appareils sans faire intervenir l'humidité atmosphérique, si difficile à éviter par tout autre moyen.

» La plus grande difficulté à vaincre dans l'analyse des matières qui nous occupent, consiste à les sécher convenablement et à les empêcher de reprendre de l'eau, pendant qu'on les broie avec l'oxyde de cuivre. En les réduisant en poudre fine et en prolongeant le séjour de la poudre, à 140° dans le vide, on assure leur dessiccation; et, en opérant très-vite leur mélange avec l'oxyde de cuivre chauffé à 100°, on évite autant que possible leur action hygrométrique.

Moyenne des analyses de fibrine.

	De sang de mouton.	De sang de veau.	De sang de bœuf.	De sang de cheval.	De sang de chien.	De chien nourri pendant 2 mois et demi avec de la viande.	De chien nourri pendant 2 mois et demi avec du pain.	Du sang d'homme.	De la farine.
Carbone........	52,8	52,5	52,7	52,67	52,74	52,77	52,57	52,78	53,23
Hydrogène.....	7,0	7,0	7,0	7,00	6,92	6,95	7,07	6,96	7,01
Azote..........	16,5	16,5	16,6	16,63	16,72	16,51	16,55	16,78	16,41
Oxygène, etc...	23,7	24,0	23,7	23,70	23,62	23,77	23,81	23,48	23,35
	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» *Albumine.* — L'albumine se partage en deux grandes variétés: l'albumine animale, toujours alcaline, et l'albumine végétale, qui n'est pas ordinairement accompagnée d'alcali libre.

» L'albumine animale se montre dans un état presque pur dans le blanc d'œuf et le sérum du sang. C'est là que nous l'avons prise pour l'analyse.

» L'albumine végétale, ou du moins le corps habituellement désigné sous ce nom, peut s'extraire d'un grand nombre de plantes, mais nous avons préféré celle de la farine à toute autre, par des motifs faciles à comprendre.

» Enfin, l'albumine abandonne facilement à la potasse du soufre en quantité très-appréciable. Quand elle en est débarrassée, sa composition élémentaire change un peu; nous avons dû, par conséquent, mettre un grand soin à l'analyser sous cette nouvelle forme.

» Dans toutes les analyses on a suivi, du reste, la marche générale que nous avons indiquée en ce qui concerne la fibrine.

» Nous devons faire remarquer que parmi les analyses de l'albumine, assez nombreuses maintenant, celle de MM. Gay-Lussac et Thenard nous a paru la plus exacte. Celle que M. Mulder a publiée ne laisse rien à désirer non plus.

Moyenne des analyses d'albumine.

	SÉRUM de mouton.	SÉRUM de bœuf.	SÉRUM de veau.	SÉRUM d'homme.	ALBUMINE du blanc d'œuf.	ALBUMINE de la farine.
Carbone....	53,54	53,40	53,49	53,32	53,37	53,74
Hydrogène..	7,08	7,20	7,27	7,29	7,10	7,11
Azote......	15,82	15,70	15,72	15,70	15,77	15,66
Oxygène, etc.	23,56	23,70	23,59	23,69	23,76	23,50
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» *Caséine.* — Nous désignerons sous ce nom le caséum du lait; en changeant la terminaison de ce mot, nous ne faisons d'ailleurs que suivre l'exemple donné par quelques chimistes. L'analogie extrême qui existe entre l'albumine et la caséine explique et justifie ce changement.

» La difficulté qu'on éprouve à préparer la caséine pure sous sa forme soluble, nous a conduits à nous occuper plus particulièrement de l'analyse de la caséine sous sa forme insoluble. Nous admettons d'ailleurs, comme démontré par tout l'ensemble de leurs propriétés, que ces deux corps constituent deux variétés par dimorphisme de la même substance.

» Les premières analyses de caséine exécutées par MM. Gay-Lussac et Thenard indiquaient plus de carbone et moins d'azote que cette substance n'en renferme, ce qui provient évidemment du mélange de la caséine qu'ils ont analysée avec un peu de beurre. En effet, il faut de longues digestions dans l'éther pour l'extraire en entier.

» Depuis lors on a reconnu, et sous ce rapport les analyses de M. Mulder sont irréprochables, que la caséine ne diffère pas de l'albumine sous le rapport de la composition élémentaire. Nos expériences confirment tout à fait ce résultat.

Moyenne des analyses de caséine.

	DE LAIT de vache.	DE LAIT de chèvre.	DE LAIT d'ânesse.	DE LAIT de brebis.	DE LAIT de femme.	DU SANG.	DE LA FARINE.
Carbone. . .	53,50	53,60	53,66	53,52	53,47	53,75	53,46
Hydrogène.	7,05	7,11	7,14	7,07	7,13	7,09	7,13
Azote.	15,77	15,78	16,00	15,80	15,83	15,87	16,04
Oxygène, etc.	23,68	23,51	23,20	23,61	23,57	23,29	23,37
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» *Glutine.* — Parmi les principes immédiats qu'on peut extraire du gluten brut, il en est un qui se dissout dans l'alcool bouillant, qui ne s'en précipite pas par le refroidissement, qui s'en sépare, au contraire, par l'évaporation, et qui fait prendre en masse la liqueur concentrée quand on l'abandonne au refroidissement. C'est la glutine proprement dite.

» Comme cette matière est toujours accompagnée d'une grande quantité de matière grasse, il faut la dessécher, la pulvériser et l'épuiser ensuite par l'éther, qui lui enlève une grande quantité de cette graisse semi-figée dont elle est mélangée. On l'épuise ensuite par l'alcool et par l'eau. Enfin, on sèche la matière à 140° dans le vide. Voici son analyse :

Carbone	53,05
Hydrogène	7,17
Azote	15,94
Oxygène, etc	23,84
	100,00

» La glutine est donc isomérique avec l'albumine et la caséine. C'est une substance dont l'histoire reste à faire, et qui offre d'autant plus d'intérêt qu'elle possède, comme l'albumine et la caséine, la propriété de se colorer en bleu violacé sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré qui la dissout.

» Ainsi, par ses caractères spéciaux, sa présence dans le froment, le rôle qu'elle joue dans le gluten et la panification, par son identité avec l'albumine et la caséine, la glutine est une des matières organiques les plus dignes

d'intérêt. Malheureusement le gluten du froment n'en fournit pas beaucoup. Peut-être trouvera-t-on d'autres céréales dont les farines fourniront une glutine plus pure et plus abondante, la fibrine et la caséine se trouvant diminuées en proportion. Si cette présomption se réalisait, l'étude de la glutine en serait tellement facilitée que nous avons remis à nous en occuper à l'époque où nous aurons terminé l'examen comparatif des diverses farines.

» *Protéine.* — Dans toutes les analyses qui précèdent, la matière albuminoïde a été employée telle que la nature la donne; il existe pourtant un procédé déjà mis en usage par M. Mulder, au moyen duquel on peut se procurer une matière organique exempte de soufre et toujours douée néanmoins des propriétés générales des substances albuminoïdes: c'est la protéine de M. Mulder.

» Ce procédé consiste à dissoudre la matière albumineuse naturelle dans la potasse; il se forme du sulfure de potassium et une dissolution de la matière animale dans l'alcali : de telle sorte qu'en ajoutant ensuite un acide, on obtient un précipité formé par la matière animale et un dégagement très-sensible d'hydrogène sulfuré.

» Nous avons examiné d'abord la protéine extraite de la caséine.

» Le coagulum obtenu au moyen du vinaigre et du lait écrémé, étant lavé à l'eau distillée, donne, quand on le dissout par la potasse faible, un produit limpide, qu'on sépare du beurre par le filtre. En ajoutant de l'acide acétique à ce liquide, il se dégage une quantité notable d'acide sulfhydrique, et il se forme un précipité abondant, floconneux, qui, lavé à l'eau, à l'alcool, et repris par l'éther, puis séché à 140° dans le vide, donne à l'analyse les nombres suivants :

				Moyenne.
Carbone	54,27	54,32	»	54,29
Hydrogène	7,11	7,09	»	7,10
Azote	»	»	15,94	15,94
Oxygène, etc.	»	»	»	22,67
				100,00

» Comme nous attachions une grande importance à ces analyses, on a pris toutes les précautions imaginables pour en assurer la parfaite exactitude.

» La protéine extraite de l'albumine nous a présenté la même composition que celle du caséum, comme on va le voir.

» On a pris du sérum de sang de bœuf et on en a précipité l'albumine au moyen de l'alcool. Le produit étant abondamment lavé à l'alcool, puis à l'eau, a été redissous dans une solution aqueuse de potasse. Au bout de quelques heures, le liquide ayant été neutralisé par l'acide acétique, on a obtenu un précipité très-abondant et un dégagement très-notable d'acide sulfhydrique. Le précipité, lavé à l'eau, à l'alcool, à l'éther et séché à 140° dans le vide, donne les nombres suivants :

Carbone....................	54,38
Hydrogène..................	7,14
Azote......................	15,92
Oxygène....................	22,56
	100,00

» La formule qui représente le mieux la composition de cette matière est la suivante :

C^{48}....................	54,44
H^{37}....................	6,99
Az^{12}...................	15,88
O^{15}....................	22,69
	100,00

» *Vitelline.* — La vitelline constitue la matière albumineuse du jaune de l'œuf. Elle s'obtient aisément en traitant le jaune d'œuf cuit et réduit en poudre grossière, par l'éther qui lui enlève la matière grasse. Il reste une substance albumineuse, incolore, coagulée et par conséquent insoluble.

» La vitelline donne, avec l'acide chlorhydrique, les mêmes réactions que l'albumine ou le caséum, mais elle en diffère toutefois par la composition, comme l'a reconnu M. Jones, dont l'analyse concorde assez bien avec la nôtre.

» Voici les nombres que nous avons obtenus :

	I.	II.	III.	IV.	Moyenne.
Carbone.........	51,89	»	51,31	»	51,60
Hydrogène.......	7,07	»	7,37	»	7,22
Azote...........	»	15,02	»	15,03	15,02
Oxygène, etc.....	»	»	»	»	26,16
					100,00

» D'où l'on tire la formule très-simple qui suit :

$$C^{48}H^{37}Az^{12}O^{15} + 3HO,$$

qui donnerait, en effet,

C^{48}..	51,8
H^{40}...............	7,1
Az^{12}...............	15,1
O^{18}...............	26,0
	100,0

» *Légumine.* — M. Braconnot a désigné, sous le nom de *légumine*, une matière azotée qu'il a découverte dans les pois et les haricots ; il a fait remarquer son analogie avec la caséine.

» Dernièrement, M. Liebig a fait exécuter dans son laboratoire un grand nombre d'analyses de légumine qui toutes, sans exception, se sont accordées à lui assigner une composition identique avec celle de la caséine. En voici les nombres :

Carbone..........	54,14
Hydrogène........	7,16
Azote.............	15,67
Oxygène, etc......	23,03
	100,00

» Ainsi se trouvait justifiée la présomption de M. Braconnot, et tout semblait d'accord pour faire confondre la caséine et l'albumine en une seule espèce.

» Cependant, il s'en faut qu'il en soit ainsi, comme le prouvent les résultats suivants.

» La légumine des pois, des haricots et des lentilles s'extrait plus ou moins facilement par le procédé que M. Braconnot a indiqué. La matière concassée est mise en digestion dans l'eau tiède pendant deux ou trois heures. On écrase le produit dans un mortier, de manière à former une pulpe à laquelle on ajoute environ son poids d'eau froide. Au bout d'une heure de macération, on jette le tout sur une toile, et l'on exprime. La liqueur, abandonnée au repos, laisse déposer une certaine quantité de fécule. On la passe au filtre pour l'obtenir tout à fait claire, et l'on y verse peu à peu de l'acide acétique étendu d'environ huit à dix fois son poids d'eau.

» Au moment même où l'on ajoute l'acide, il se forme un précipité floconneux, très-blanc, facile à recueillir sur un filtre, mais dont le lavage à l'eau s'opère avec beaucoup de lenteur et non sans quelque difficulté.

» Il ne faudrait pas trop ajouter d'acide acétique, car le précipité ne tarderait pas à disparaître plus ou moins complétement; la légumine étant tout à fait soluble dans cet acide.

» La légumine, épuisée par l'eau, est lavée ensuite à l'alcool. Après ce traitement, on la dessèche et on la pulvérise pour la mettre en digestion avec de l'éther qui la débarrasse de toute matière grasse. On la dessèche ensuite de nouveau jusqu'à 140 degrés dans le vide. C'est la matière ainsi préparée que nous avons soumise à l'analyse.

Moyenne des analyses de légumine.

	LÉGUMINE des pois.	LÉGUMINE des lentilles.	LÉGUMINE des haricots.
Carbone...............	50,53	50,46	50,69
Hydrogène.............	6,91	6,65	6,81
Azote.................	18,15	18,19	17,58
Oxygène, etc..........	24,41	24,70	24,92
	100,00	100,00	100,00

» Proust, et après lui MM. Boullay, Vogel et divers chimistes, ont arrêté leur attention sur une matière qui existe en abondance dans les amandes douces et dans les amandes amères. Proust et Vogel l'avaient considérée comme identique avec la caséine du lait des animaux.

» Dans ces derniers temps, M. Liebig a fait exécuter dans son laboratoire une série d'analyses de ce produit, d'où il tire la conclusion que la matière qui nous occupe est identique avec la caséine du lait des animaux. Cette conclusion ne s'accorde pas avec nos propres résultats.

» Si l'on étudie les amandes douces, l'amande des abricots et celle des prunes, on trouve dans toutes ces substances un produit soluble dans l'eau froide et susceptible de précipitation par l'acide acétique faible.

» Rien de plus facile à obtenir, car il suffit de mettre le tourteau d'a

mandes en macération avec de l'eau froide pendant une ou deux heures et de filtrer la liqueur. La dissolution qui coule rapidement renferme de grandes quantités de la matière précipitable par l'acide acétique. Le précipité que cet acide donne offre un aspect nacré, chatoyant. Il est très-blanc. Son apparence tient évidemment à la concentration des dissolutions, car, une fois étendue d'eau, la liqueur ne produit plus un précipité semblable ; elle donne seulement un dépôt floconneux.

Moyennes des analyses de légumine.

	D'amandes douces.	D'amandes douces.	D'amandes douces.	D'amandes de prunes.	D'amandes d'abricots.	De moutarde blanche.
Carbone......	50,94	50,93	50,80	50,93	50,72	50,83
Hydrogène....	6,72	6,70	6,71	6,73	6,65	6,72
Azote.........	18,93	18,77	18,80	18,64	18,78	18,58
Oxygène, etc...	23,41	23,60	23,69	23,70	23,85	23,87
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» La matière des amandes, identique d'ailleurs par ses propriétés avec la légumine, en possède aussi exactement la composition.

» En effet, si elle se montre un peu plus riche en azote que l'autre, nous sommes disposés à croire que cela tient uniquement à la difficulté qu'on éprouve à séparer la légumine des pois, et, à plus forte raison, celle des haricots de toute trace de matière gommeuse avant que la légumine n'ait commencé elle-même à éprouver un commencement de décomposition spontanée.

» Nous n'hésitons donc pas un instant à confondre la matière des amandes douces avec la légumine, considérant d'ailleurs l'analyse du produit des amandes comme plus propre à représenter la composition exacte de la légumine que celle des produits extraits des semences des légumineuses elles-mêmes.

» Il existe donc incontestablement une matière azotée spéciale fort répandue dans les végétaux, puisqu'elle fait partie de toutes les graines de légumineuses que nous avons étudiées, qu'elle se retrouve dans l'amande de toutes les rosacées que nous avons pu nous procurer, et qu'enfin la graine d'une crucifère nous en présente aussi de grandes quantités.

» Cette matière azotée joue, à coup sûr, un rôle considérable dans la nutrition de quelques animaux, et dans celle de l'homme lui-même

» Il était donc nécessaire de l'étudier avec soin, tant pour la caractériser que pour reconnaître par quels traits elle s'éloigne ou se rapproche des autres substances azotées neutres de l'économie végétale.

» La légumine, précipitée par l'acide acétique faible d'une de ses dissolutions concentrées, se présente toujours avec l'aspect nacré et chatoyant : d'une dissolution faible, elle se dépose en flocons.

» Elle est insoluble dans l'alcool froid et dans l'éther. L'eau bouillante ne la dissout pas non plus. L'alcool faible et bouillant ne la dissout pas.

» L'eau froide en dissout au contraire de grandes quantités. Quand on porte la liqueur à une température voisine de l'ébullition, elle se coagule et laisse précipiter des flocons cohérents qui ressemblent beaucoup à l'albumine coagulée.

» Il résulte de là que, si l'on opère sur une dissolution aqueuse renfermant à la fois de la légumine et de l'albumine, et qu'on effectue la coagulation du mélange à chaud, le produit obtenu renfermera tout à la fois l'albumine et la légumine, ce qui, à l'analyse, fournira des résultats intermédiaires entre ceux qui représentent la composition de ces deux substances.

» L'acide acétique concentré, mis en contact avec le dépôt nacré, en est absorbé et détermine celui-ci à se gonfler en prenant une demi-transparence. Le produit qui en résulte se dissout complétement dans l'eau bouillante. Par l'évaporation, on obtient une substance d'aspect gommeux, susceptible de se redissoudre dans l'eau, et qui possède la composition de la légumine, comme on le voit par les nombres suivants :

Carbone.........	50,66
Hydrogène.......	6,74
Azote............	18,75
Oxygène, etc.....	23,85
	100,00

» Quand on ajoute de l'acide acétique faible à une dissolution de légumine, elle se précipite immédiatement. Un excès d'acide redissout le précipité formé, et la liqueur s'éclaircit tout à coup, sans que la légumine ait pris l'aspect gélatineux dont on vient de parler. En saturant l'acide en excès par l'ammoniaque, on fait reparaître la légumine, qui se précipite de nouveau. Un excès d'ammoniaque la redissout à son tour.

» Parmi les acides, il en est un, l'acide chlorhydrique, dont nous devions plus particulièrement étudier l'action. Faible, il précipite la légumine, comme l'acide acétique; concentré, il la dissout, et la dissolution ne tarde pas à prendre cette teinte bleu-violet qui caractérise les substances analogues à l'albumine. Avec la légumine, la teinte est même très-riche et très-pure

» L'acide sulfurique faible précipite également la légumine. Concentré, il la précipite également. Si on broie la légumine sèche avec l'acide sulfurique concentré, elle se dissout lentement, se colore en brun, sans produire de sucre de gélatine; du moins n'en avons-nous pas reconnu la présence.

» L'acide azotique faible précipite la légumine comme les précédents; concentré, il dissout la légumine sèche avec dégagement de gaz nitreux.

» L'acide phosphorique à 3 atomes d'eau précipite aussi la légumine: caractère important qui ne permet pas de la confondre avec l'albumine.

» La potasse, la soude et l'ammoniaque dissolvent la légumine à froid. A chaud, les deux premiers de ces alcalis la décomposent avec dégagement d'ammoniaque.

» La baryte et la chaux, en présence de l'eau, la décomposent également à l'aide de la chaleur de l'ébullition. Il se forme des sels solubles de ces bases; il se dégage de l'ammoniaque. Il y a donc production d'un acide qui sera étudié plus tard.

» Parmi les substances qu'il était curieux de faire agir sur la légumine, il en est une, la présure, qui, en raison de son action bien connue sur la caséine, méritait de devenir l'objet d'un examen spécial.

» 100 centimètres cubes d'une dissolution concentrée de légumine, mis en contact avec dix à douze gouttes de la présure liquide qu'on vend à Paris pour les fromageries, ont donné, au bout de vingt-quatre heures, une coagulation complète de la légumine qui s'était précipitée au fond du vase sous l'aspect d'une masse gommeuse. Pendant les premières heures du contact les liqueurs demeurent limpides, ce qui met de côté toute idée d'une influence quelconque de la part de l'acide libre de la présure.

» La précipitation par la présure était d'ailleurs parfaite, car l'acide acétique, ajouté avec précaution au résidu, n'y a pas produit la moindre apparence de trouble.

» Enfin la matière coagulée par la présure consistait bien en légumine, comme le démontre son analyse qui a donné les nombres suivants :

Carbone.........	50,41
Hydrogène.......	6,92
Azote...........	19,00
Oxygène, etc....	23,67
	100,00

» Toutes les expériences qui précèdent ont été exécutées avec la légu-

mine d'amandes douces, qui nous a paru de toutes la plus facile à obtenir à l'état de pureté.

» Elles conduisent à considérer la légumine comme un corps distinct, qui se caractérise à la fois par sa composition et ses propriétés.

» Ainsi, tout en admettant que la légumine contient de l'albumine ou de la caséine, nous la regardons comme un composé distinct dans lequel ces corps sont unis à d'autres combinaisons.

» Il serait facile de présenter ici diverses formules qui montreraient les rapports présumables entre la caséine et la légumine; mais ce sont là des jeux d'esprit puérils, tant que l'expérience ne leur sert pas de guide et de correctif.

» La formule brute qui représente le mieux la composition de la légumine est la suivante :

C^{48}	50,9
H^{37}	6,5
Az^{13}	18,5
O^{17}	24,1
	100,0

» Il est certain pour nous que cette formule n'est pas définitive; elle n'a d'autre intérêt que de montrer en quel sens la composition de la légumine diffère de celle de la caséine et de l'albumine.

» Nous terminerons l'histoire de ce corps en faisant ressortir une particularité digne d'être notée, c'est que les semences qui doivent essentiellement leur pouvoir nutritif à la légumine deviennent des aliments de meilleur emploi quand elles sont cuites que lorsqu'elles sont crues. C'est donc surtout la légumine coagulée qui intervient dans la digestion, et non la légumine soluble.

» Les expériences dont nous venons de rendre compte établissent, d'une manière qui nous paraît certaine, que l'albumine possède la même composition dans tous les animaux, et à plus forte raison dans tous les liquides d'un même animal.

» L'albumine végétale ne diffère en rien de l'albumine animale sous le rapport de la composition élémentaire seulement elle n'est pas accompagnée de soude libre, comme c'est ordinairement le cas pour l'albumine animale.

» La caséine prise dans les mammifères herbivores s'est montrée tou-

jours douée d'une composition semblable et de propriétés à peu près identiques. Dans la femme, qui par ses habitudes de vie se rapproche des mammifères carnivores, le lait fournit une caséine qui, tout en offrant une composition semblable à celle de la caséine des herbivores, possède des propriétés telles, qu'on trouvera peut-être un jour nécessaire d'établir une distinction entre ces corps.

» Dans le sang de bœuf il existe une matière qui semble se confondre avec la caséine, tant par la composition que par les propriétés.

» La farine des céréales renferme également une substance qu'on est disposé à ranger avec la caséine, et qui en offre du moins la composition élémentaire et les propriétés les plus essentielles.

» Du reste, la caséine du lait des herbivores, celle du lait de femme, la caséine du sang et celle de la farine, possèdent exactement la même composition que l'albumine : ce sont certainement deux substances isomériques.

» Il n'en est plus de même de la substance remarquable et vraiment distincte qui fait partie de l'émulsion d'amandes, et qui a été signalée par Proust, Boullay et d'autres chimistes, comme identique avec la caséine animale. Cette matière renferme, sans aucun doute, plus d'azote et moins de carbone que la caséine animale et que la véritable caséine végétale, celle des céréales.

» Elle se retrouve, avec une semblable composition et les mêmes propriétés, dans l'amande ordinaire, dans celles de la prune, de l'abricot, et probablement de la noisette; dans la graine de moutarde blanche; dans les haricots, les pois, les fèves et les lentilles.

» Cette substance remarquable se rapproche de la gélatine par sa composition, mais en diffère à tous égards par ses propriétés : elle mérite une attention particulière par son abondance dans les matières alimentaires que nous venons de citer, et par le rôle incontestable qu'elle y joue, et dont il est facile de se former une idée en rappelant que cette substance, dissoute dans l'acide chlorhydrique, lui communique exactement les mêmes propriétés que l'albumine. De telle sorte qu'on peut croire que, sous l'influence du suc gastrique, cette matière fournit les mêmes produits solubles que l'albumine elle-même.

» Tout porte donc à croire que cette matière consiste en un mélange ou une combinaison d'albumine ou de caséine avec un autre produit; mais comme ce mélange se fait en proportions qui semblent constantes, il ne peut y avoir aucun inconvénient à lui conserver le nom de légumine, qui

avait été proposé par M. Braconnot pour désigner la matière extraite des haricots ou des pois.

» La légumine constitue donc pour le physiologiste une substance analogue soit à l'albumine, soit à la caséine, mais mélangée ou mieux combinée avec un autre corps plus riche en azote, qui en modifie les propriétés les plus importantes.

» Nul doute que le pouvoir nutritif des légumes ne soit en grande partie déterminé par la proportion de légumine qu'ils renferment; mais il serait pourtant prématuré de considérer cette substance comme jouant un rôle positivement pareil à celui de l'albumine ou de la caséine. Une portion des éléments de la légumine se trouve à un état particulier et distinct qui les rend probablement moins propres à servir d'aliment que ceux qui sont réunis de façon à reproduire l'exacte composition de l'albumine et de la caséine.

» La fibrine extraite du sang des herbivores nous a toujours offert la même composition élémentaire. Celle de l'homme et celle du chien se sont montrées quelquefois un peu plus riches en azote.

» Nous n'avons pas trouvé de différence entre la fibrine du veau et celle du bœuf.

» La matière extraite du gluten de froment, et que l'un de nous a désignée sous le nom de fibrine, possède en effet une composition qui la rapproche de la fibrine des herbivores.

» Toutes ces fibrines, fort peu différentes entre elles toutefois, ne peuvent aucunement se confondre avec l'albumine ou la caséine sous le rapport de la composition élémentaire. Elles renferment toujours un peu moins de carbone et beaucoup plus d'azote.

» On se formerait même une idée assez juste de la composition élémentaire de la fibrine, en la considérant comme une combinaison de caséine ou d'albumine et d'ammoniaque. L'expérience suivante semblerait même confirmer cette opinion.

» Quand on fait bouillir pendant longtemps avec de l'eau de la fibrine bien lavée préalablement, il distille un liquide indubitablement chargé d'ammoniaque. La fibrine insoluble qui reste offre alors la composition suivante, qui est celle de l'albumine :

Carbone.........	53,49
Hydrogène.......	7,09
Azote...........	15,88
Oxygène, etc.....	23,54
	100,00

» Pour vérifier complétement cette conjecture, nous avons dissous de la fibrine de bœuf à froid dans une dissolution aqueuse de potasse contenant 5 grammes de cette substance pour un litre d'eau. La liqueur ayant été précipitée par l'acide acétique, nous avons obtenu une substance qui nous a offert exactement la composition de la fibrine employée, savoir :

Carbone.........	53,11
Hydrogène.......	7,06
Azote...........	16,78
Oxygène, etc.....	23,05
	100,00

» Il s'ensuit que la fibrine possède la propriété de se dissoudre dans la potasse sans perdre son excès d'azote, ce qui n'arriverait probablement pas si cet azote s'y trouvait réellement à l'état d'ammoniaque.

» M. Bouchardat a reconnu que la fibrine et la couenne, dans cette action prolongée de l'eau bouillante, cèdent à ce liquide une substance qu'il assimile à la gélatine, du moins quand elle a été extraite de la couenne, et qui se retrouve par l'évaporation de la dissolution aqueuse.

» La séparation de la fibrine en deux produits, l'un identique avec l'albumine coagulée, et l'autre identique avec la gélatine, expliquerait tout naturellement comment la fibrine renferme plus d'azote et moins de carbone que l'albumine, puisque la gélatine elle-même est dans ce cas.

» Mais, en considérant l'ensemble de nos analyses de fibrine, nous n'avons pas tardé à reconnaître que la proportion de gélatine qu'il fallait y supposer pour en expliquer la teneur en azote dépassait toutes les probabilités. Nous avons cherché à extraire cette gélatine et nous n'avons jamais réussi à nous garantir du dégagement d'ammoniaque qui accompagne toujours l'ébullition de la fibrine. D'un autre côté, la matière dissoute par l'eau ne nous a pas offert cette propriété de se prendre en gelée qui constitue jusqu'ici le caractère le plus essentiel de la gélatine.

» Cette substance précipite, il est vrai, par le tannin, comme la gélatine; mais elle précipite aussi par l'acide nitrique comme les substances albumineuses.

» Enfin sa composition élémentaire ne ressemble pas à celle de la gélatine, comme on peut le voir dans les nombres suivants :

	II.	III.	B.	C.	D.	Moyenne.
Carbone..........	47,68	»	48,15	»	»	47,91
Hydrogène........	6,77	»	6,97	»	»	6,87
Azote............	»	15,04	»	14,87	15,05	14,96
Oxygène, etc.......	»	»	»	»	»	30,26
						100,00

» Cette substance, que l'eau dissout, n'offre donc ni la composition de la fibrine, ni celle de l'albumine ou de la caséine, ni celle de la gélatine.

» Elle ne peut se confondre ni avec la fibrine, ni avec l'albumine. Quant à la caséine, dont elle partage la solubilité, elle n'offre aucun de ses caractères en quelque sorte.

» La gélatine en diffère complétement par sa composition; car elle renferme

Carbone..............	50,99
Hydrogène............	7,07
Azote................	18,72
Oxygène, etc.........	23,22
	100,00

» D'ailleurs la gélatine se prend en gelée par le refroidissement de ses dissolutions concentrées; la substance qui nous occupe ne le fait pas. La gélatine précipite, il est vrai, par le tannin, et la substance que nous examinons précipite aussi; mais, tandis que la gélatine ne précipite pas par l'acide nitrique, cette matière donne un précipité caillebotė, abondant, quand la dissolution est concentrée. Dans les dissolutions étendues l'acide nitrique ne précipite rien.

» Le sublimé corrosif précipite également la matière qui nous occupe. L'alcool ne trouble pas ses dissolutions, si elles ne sont concentrées.

» Du reste, cette matière possède le caractère général des substances albuminoïdes, car elle se dissout dans l'acide chlorhydrique et lui communique bientôt une belle teinte bleu violacé.

» Il résulte clairement, toutefois, de l'ensemble des propriétés de la fibrine, que cette substance renferme une grande quantité d'un produit identique avec l'albumine ou la caséine; qu'elle cède ce produit à l'action de l'acide chlorhydrique faible, et que conséquemment elle se comporte, à l'égard du suc gastrique, tout comme la caséine ou l'albumine, et qu'elle renferme en outre un produit qui se représente par de la caséine ou de l'albumine oxydés.

» Ainsi, comme aliment, la fibrine représente presque son poids d'albumine ou de caséine; comme produit de la vie animale, elle se place entre l'albumine, d'où elle provient, et la gélatine qui se forme dans les animaux aux dépens de leurs aliments azotés.

» Indépendamment de ces quatre produits principaux, l'albumine, la caséine, la légumine, la fibrine, il en est deux autres qui s'en rapprochent

par leur manière d'agir avec l'acide chlorhydrique, au point de se confondre avec eux dans un même groupe, quoique leurs propriétés soient au premier abord tout à fait distinctes: ce sont la glutine et la vitelline.

» Les matières albuminoïdes essentielles, c'est-à-dire l'albumine, la caséine, la fibrine et la légumine, constituent l'élément azoté prédominant de la nourriture de l'homme et des animaux. Peut-être sont-ce les seules qui jouissent à la fois de la propriété de se brûler dans le sang pour se convertir en urée et de se fixer dans nos tissus par les procédés de l'assimilation, après avoir subi les modifications convenables dans leurs propriétés. Du moins est-il vrai que jusqu'ici il peut paraître douteux que la gélatine jouisse de cette double propriété.

» Il résulte de là que si, dans un aliment quelconque dépourvu de gélatine, on parvient à définir la dose exacte d'albumine, de caséine, de fibrine et même de légumine, on aura reconnu, précisé le pouvoir de cet aliment comme capable de satisfaire aux besoins de l'assimilation. C'est en mangeant et digérant de telles matières que nous formons nos muscles et nos tissus et que nous les préservons des altérations qu'ils subiraient de la part d'un sang trop appauvri en albumine ou en fibrine.

» Il est même tellement évident qu'il en est ainsi, qu'on ne pourrait pas citer un seul aliment adopté par l'homme ou les animaux supérieurs et où ne figure, comme matière azotée abondante, l'une des quatre substances signalées plus haut, c'est-à-dire la caséine, l'albumine, la fibrine ou la légumine.

» D'où il suit clairement que la quantité d'azote que renferment nos aliments donne leur équivalent sous le rapport de l'assimilation, la matière azotée étant la matière essentiellement assimilable, celle qui constitue la trame de l'organisation tout entière.

» Voilà pourquoi nous avons voulu préciser nos idées sur la composition de ces matières, avant de nous occuper plus particulièrement de la discussion sur leur rôle dans l'élimination.

» Sachant par expérience qu'un homme, par exemple, doit manger, à l'état adulte, environ 100 à 120 grammes de matière albuminoïde sèche, représentant 16 à 20 grammes d'azote, on peut dresser une table des équivalents nutritifs envisagés sous le rapport de l'assimilation, et c'est par cette table que nous terminerons prochainement cette partie de notre travail, d'après la méthode déjà suivie par M. Boussingault dans ses Mémoires sur les équivalents nutritifs des fourrages ou des aliments des animaux herbivores.

» Nous ferons voir alors, par de nombreux exemples développés dans le Mémoire dont nous nous occupons, M. Boussingault et moi, que, dans la nourriture de l'homme considéré à la ration d'entretien, il entre, terme moyen, 400 ou 500 grammes de matière azotée fraîche, représentant 100 ou 125 grammes de la même matière sèche, qui contient par conséquent de 16 à 21 grammes d'azote.

» Comme cet azote se retrouve presque en entier dans les urines, sous forme d'urée, il reste à se demander ce que c'est que l'urée et en quoi elle diffère de la matière azotée neutre d'où elle provient.

» Or les belles observations de M. Vöhler nous ont appris que l'urée peut se produire par une modification du cyanate d'ammoniaque, formé lui-même d'un oxyde de cyanogène et d'un oxyde d'ammonium.

» Ainsi, il sort de l'animal quatre oxydes : l'acide carbonique, l'eau, l'acide cyanique, l'oxyde d'ammonium. Ces deux derniers, combinés et modifiés, produisent l'urée.

» C'est donc, du moins nous l'admettons ainsi, par une véritable combustion que la matière azotée s'est convertie en urée.

» Quand l'albumine ou la caséine se convertissent en urée, elles passent sans doute par divers intermédiaires qui, négligés ici, donnent en définitive

$$
\begin{array}{llll}
C^{48}H^{37}Az^{12}O^{15} + O^{100} = & C^{6}\,H^{12}Az^{12}O^{6} & \text{urée,} \\
& C^{42} \qquad\quad O^{84} & \text{acide carbonique,} \\
& \quad H^{25} \quad O^{25} & \text{eau.} \\
\hline
& C^{48}H^{37}Az^{12}O^{115} &
\end{array}
$$

» Cette formule n'a d'autre objet que de permettre de calculer la quantité de chaleur dégagée pendant cette conversion. Elle nous montre en effet que la matière azotée convertie chaque jour en urée par l'homme offre environ 50 grammes de carbone et 6 grammes d'hydrogène comme combustible à sa respiration.

» Mais ces matières ne peuvent développer que 575000 unités de chaleur ; en effet

$$
\begin{array}{lr}
50 \text{ gr. carbone} \times 7300 = & 365,000 \\
6 \text{ gr. hydrogène} \times 35000 = & 210,000 \\
\hline
& 575,000
\end{array}
$$

» Or, d'après la quantité d'acide carbonique qu'il fournit, et d'après la quantité d'oxygène qu'il consomme, chaque homme doit produire par jour 2 500 000 ou 3 000 000 de calories.

» Il faut donc qu'il emprunte à d'autres aliments environ 200 grammes de carbone et 10 grammes d'hydrogène, qui complètent la proportion de chaleur dont il a besoin.

» Et ce besoin est si pressant, qu'au bout de trois heures de suspension de l'action de l'appareil calorificateur, la mort par le froid serait inévitable. Car, à chaque fois qu'un homme perd 50 000 calories, sa température baisse d'un degré, et s'il avait perdu 300 000 calories en trois heures, puisqu'il en fait 100 000 par heure, sa température propre se serait abaissée à 30 degrés, auquel cas la mort serait certaine.

» Il faut donc que le corps tout entier, tous les vaisseaux, tous les tissus, tout ce que le sang pénètre, que ce vaste appareil de combustion agisse sans cesse et brûle sans relâche les matières organiques à sa disposition.

» Or, si l'on réfléchit que le sang constitue une dissolution des matériaux solides de l'économie, saturée pour les circonstances où elle se trouve placée, on comprendra comment il est si important que la digestion restitue sans cesse au sang les matériaux qui le composent.

» En effet, puisque le sang d'un homme est chargé de produire 100 000 calories à l'heure, que, pour y parvenir, il doit brûler 5 grammes de matières albumineuses et 10 grammes de matières grasses, ou leur équivalent en produits dérivés du sucre, il est clair que le sang constitue une dissolution saturée qui, à chaque instant, tend à descendre au-dessous du point de saturation.

» Aussi, quand le sang a perdu 5 grammes de matières albumineuses et 10 grammes de matières grasses, si ces produits ne sont pas remplacés, est-il forcé de les reprendre au tissu même de nos organes, où il porte le désordre.

» C'est par-là qu'on s'explique la théorie de l'alimentation, qui est l'art de rendre au sang les matériaux dont le sang est composé lui-même, afin que ces matériaux, que la vie consomme sans cesse en les brûlant, ne soient pas repris par le sang appauvri à nos organes qui en sont formés ou qui les renferment.

» Et pour appliquer ces principes aux matières azotées dont nous nous sommes occupés aujourd'hui, nous dirons que s'il est indispensable que l'alimentation de l'homme lui fournisse chaque jour 100 ou 120 grammes de matières azotées sèches, c'est que rien ne peut empêcher le sang d'un homme adulte de perdre chaque jour 100 ou 120 grammes de ces matières par la respiration et par la combustion qui en est la conséquence.

» Par cela seul que le sang contient de l'albumine, il en brûle, et il faut

la lui rendre, si l'on ne veut pas qu'il attaque les sources de la vie en reprenant cette albumine dans nos tissus les plus indispensables à son exercice.

» L'Académie verra bientôt à quelles recherches nous nous sommes livrés pour établir la balance exacte entre les matières albumineuses, grasses ou sucrées consommées, et les proportions de chaleur produites par leur combustion dans le corps de l'homme ou des animaux; elle verra aussi, et, nous l'espérons, avec quelque intérêt, les expériences par lesquelles nous avons cherché à établir sur des bases certaines les règles à suivre dans le calcul du régime du soldat, de l'ouvrier ou du prisonnier, comme aussi les règles qui doivent diriger les administrateurs dans les établissements consacrés à la bienfaisance publique. »

THÉORIE DE LA LUMIÈRE. — *Note sur les lois de la dispersion plane et de la dispersion circulaire dans les milieux isophanes; par* M. **Augustin Cauchy.**

Les lois auxquelles l'auteur est parvenu dans cette Note seront rappelées et développées dans un prochain article.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Supplément historique pour les Mémoires de* M. Duvernoy *sur les dents des mammifères et plus particulièrement des Musaraignes;* Lettre de M. **Duvernoy** à M. *Flourens.*

« J'ai pris connaissance, depuis peu de temps, et seulement après mon retour à Paris, de la nouvelle communication faite à l'Académie, le 3 octobre dernier, par M. Alexandre Nasmyth, sur la *structure intime des dents.* Cette lecture m'a suggéré quelques réflexions qui pourront servir de supplément à la partie historique des Mémoires que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, dans ses séances des 8 et 16 août et 5 septembre derniers, Mémoires que j'ai désiré soumettre au jugement impartial de ses Commissaires.

» La communication de M. *Nasmyth* comprend deux propositions générales: la première est relative à la *structure intime des dents;* la seconde concerne leur *accroissement* et leur *durcissement,* et le rôle que joue, dans ce cas, le bulbe ou le noyau pulpeux.

» La première proposition sur la structure intime des dents tend à établir que la *pulpe dentaire, l'ivoire, l'émail et le cément, ont une même organisation celluleuse, avec des modifications particulières pour les deux dernières substances* (1).

---

(1) *Voir* le Mémoire de M. Nasmyth dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie,* tome XV, page 578.

» Ainsi les canalicules ou les tubules de l'ivoire (que j'appelle *substance dentaire principale*), ces fibres creuses, que MM. *Purkinje* et *Frœnkel* d'un côté, et M. *J. Müller* de l'autre, ont injectées d'encre, par leur capillarité, ces vaisseaux calcigères de M. *R. Owen*, dans lesquels *J. Müller* affirmait, déjà en 1836, avoir reconnu, par ci par là, des amas de sels calcaires, ne seraient qu'une illusion d'optique.

» En attendant que l'Académie vienne mettre dans la balance le poids de son expérience et de son jugement, par l'organe de ses Commissaires, sur ce paisible débat scientifique, je crois devoir rappeler et compléter la liste chronologique des observateurs qui se seraient ainsi fait illusion dans leurs recherches multipliées; j'indiquerai en même temps, d'une manière générale, *les sujets de ces recherches*.

» Ce tableau, qui ne sera, à la vérité, en grande partie, qu'une répétition de ce que j'ai déjà dit dans mes Mémoires précédents, aura cependant l'avantage d'être plus serré, plus facile à saisir dans son ensemble et plus complet, surtout *sous le rapport de l'indication des sujets observés*.

» Je commencerai par rappeler que déjà Leeuwenhoeck annonçait le 4 avril 1678, à la Société royale de Londres, qu'il avait découvert dans les dents de l'*homme*, de l'*éléphant*, du *cheval*, du *cochon* et de la *vache*, des tubes tellement fins qu'il estime leur nombre à 120 dans $\frac{1}{41}$ de pouce, ce qui fait 5400 dans un pouce, 450 dans une ligne, ou 200 dans un millimètre.

» Leeuwenhoeck indique très-bien leur direction de l'intérieur de la dent vers sa circonférence, et pense que la multitude de vaisseaux sanguins et autres, qui se voient dans la cavité dentaire, servent non-seulement à développer, mais encore à nourrir chaque tubule de la dent, aussi longtemps qu'elle est saine (1).

» Il est remarquable que R. Blake, dans son excellente *dissertation inaugurale*, soutenue à Edimbourg en 1798, exprime l'opinion que la partie durcie des dents se nourrit et éprouve des changements, au moyen de vaisseaux absorbants, etc., comme les autres parties du corps humain. A la vérité, cette opinion sur la vascularité de la substance dentaire princi-

---

(1) Continuatio Epistolarum, etc. *Lugduni Batavorum*, 1715.

Cette lettre, comprise dans le t. I des OEuvres de cet auteur, est accompagnée de plusieurs figures, dont une représente ces tubes comme des traits parallèles. Ce sont ceux d'une portion de molaire d'homme.

pale, était déduite à priori de raisonnements très-fondés, plutôt qu'à postériori ou d'observations directes.

» Le premier des anatomistes actuels qui ait repris la découverte de Leeuwenhoeck, sur la structure tubuleuse de l'ivoire des dents, est sans contredit le professeur Purkinje, et son disciple, M. Frœnkel. Leur nouvelle doctrine a été publiée à Breslau en 1835.

» Suivant ces auteurs, la substance dentaire principale, ou l'ivoire, n'aurait pas d'analogie, même éloignée, avec les os, et se composerait de fibres creuses ou de tubes, et d'une substance homogène inorganique, qui serait comme la gangue de ces tubes.

» En rendant compte de la découverte de MM. Purkinje et Frœnkel, dans ses *Archives* de 1836, M. J. Müller ajoute que ces tubes ont des parois propres, et qu'il a vu, par intervalles, leur canal rempli de sels calcaires.

» Dans la même année 1836, M. Retzius communiquait à l'Académie royale des Sciences de Stockholm ses nombreuses recherches sur la structure intime des dents des vertébrés. Ce travail, dont l'auteur ne donne qu'un premier aperçu dans sa lettre communiquée à l'Académie des Sciences de Paris le 5 septembre 1836, n'a été imprimé en entier qu'en 1837, soit parmi les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Stockholm*, en suédois, soit dans les *Archives allemandes* de J. Müller.

» M. Retzius a étudié les dents de l'homme, de dix-neuf espèces de mammifères, de plusieurs reptiles et de quelques poissons. L'ivoire de toutes ces dents lui a montré une structure tubuleuse. Ces tubules ou ces canalicules diminuent de diamètre quand ils se ramifient, et après s'être ramifiés. La gangue qu'ils traversent n'est pas toujours homogène ; on y aperçoit, dans quelques espèces, surtout près de la surface de la dent, de très-petites cellules analogues aux cellules osseuses, dans lesquelles les derniers ramuscules des tubes semblent se terminer.

» Dès le mois de décembre 1836, M. *Dujardin*, qui ne connaissait encore les travaux de MM. Purkinje et Frœnkel et de J. Müller que par les *Archives* publiées par ce dernier, et ceux de M. *Retzius* par sa Lettre à M. Flourens, en date du 5 septembre précédent, communiquait à l'Académie le résultat de ses propres recherches. Ce résultat était conforme, pour ce qui est de la structure tubulée ou canaliculée de l'ivoire, à celui annoncé par les quatre anatomistes que je viens de nommer; seulement M. Dujardin n'admettait pas que ces tubes ou ces canaux eussent des parois propres. Il les considérait comme des lacunes creusées dans la gangue homogène

qui constitue la partie principale de l'ivoire. « Ils ont, ajoute ce savant, » presque les mêmes dimensions dans l'homme, l'éléphant, le babiroussa, » le cochon, le bœuf, le lapin, où je les ai observés (1). »

» En 1839 deux anatomistes anglais ont reconnu la vascularité de l'ivoire ; M. *Jones Tomes*, qui a publié dans la *Gazette médicale de Londres* ses recherches sur beaucoup de vertébrés, et M. *Richard Owen*, qui annonçait cette structure pour les dents de poissons, dans ses communications à l'Académie des 16 décembre 1839 et 13 janvier 1840. Elle se trouve d'ailleurs démontrée par de très-belles figures, qui supposent des préparations d'un égal mérite, et qui représentent un assez grand nombre de dents de poissons, de reptiles et de quelques mammifères. Ces figures ont paru en 1840 et 41, avec un texte explicatif pour les deux premières classes seulement, dans les livraisons successives de l'*Odontography*, publiée par ce membre célèbre de la Société royale de Londres.

» Il faut ajouter à cette liste des anatomistes qui ont publié des travaux sur la structure tubuleuse de l'ivoire des dents, M. le docteur Erdl. Les Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Munich comprennent un travail important de ce jeune anatomiste, qui a paru en 1841, et qui a pour titre *Recherches sur la structure des dents chez les vertébrés, et particulièrement chez les rongeurs*. M. *Erdl* confirme, par ses propres observations, la présence de canaux nombreux dans la substance dentaire principale, qui pénètrent la gangue, le plus souvent homogène, dont elle se compose. Dans un cas cependant, celui des dents de *Tatoux*, qui ne sont composées que d'ivoire, ainsi que l'avait déjà remarqué M. *Retzius*, cette gangue montre des stries extrêmement fines, pressées les unes vers les autres et lui donnant l'apparence de l'émail.

» M. Erdl décrit fort en détail la disposition générale et la direction des tubules de l'ivoire dans les dents de *Tatou à six branches*, de *Paresseux tridactyle*, et dans les incisives de *Cheval*; il indique ensuite ce qui distingue cette même disposition, en général, dans les arrière-molaires de l'homme et des mammifères, et plus particulièrement du *veau* et des *carnivores*.

» Enfin il entre dans les détails du sujet plus particulier de ses *recherches*, la forme, la composition et la structure intime des dents de Rongeurs. Les

---

(1) *Annales françaises et étrangères d'Anatomie et de Physiologie*, tome I, p. 154; et *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. III, p. 394.

figures des deux planches annexées à ce Mémoire représentent, entre autres, des coupes transversales ou longitudinales des molaires d'*Écureuil* d'Europe, de *Pteromys nitidus,* de *Rat,* de *Castor,* de *Lièvre,* de *Rat d'eau,* de *Veau,* dans lesquelles les tubes calcigères sont représentés avec beaucoup de netteté.

» Dans la partie de mes trois Mémoires concernant le même sujet, la structure intime de l'ivoire, ou de la *substance dentaire principale,* je démontre que cette structure est évidemment tubulée ou vasculaire d'après des observations multipliées faites sur toutes les dents de trois espèces de *musaraignes,* et de deux autres *insectivores,* la *Taupe* et la *Chauve-Souris commune;* et, parmi les *Rongeurs,* plus particulièrement sur les incisives ou les molaires de *Campagnol,* de *Rat d'eau,* de *Lièvre* et de *Cochon d'Inde.* Je décris avec détail les embouchures de ces tubes dans la paroi qui renferme le noyau pulpeux; leur marche flexueuse ou directe de ce point d'origine vers la surface de la dent; leurs divisions immédiates ou tardives, les anastomoses de celles-ci; la diminution d'un diamètre à mesure des divisions des troncs principaux. Dans plusieurs cas j'ai cru pouvoir distinguer leurs parois propres et j'ai admis l'existence de celles-ci, avec *J. Müller.* Leur terminaison vers la surface de la substance dentaire principale m'a paru souvent former comme un réseau.

» Quelquefois un certain nombre de ces tubes m'ont paru pénétrer jusque dans l'émail, à travers la membrane qui revêt l'ivoire ou le sépare de cette dernière substance.

» Enfin j'ai étudié avec soin leur direction, parce que cette direction, ainsi que je l'exprime, montre celle de l'impulsion nutritive que reçoivent les fluides qui viennent nourrir l'ivoire et augmenter sa densité.

» Ainsi, outre Leeuwenhoeck, ce premier auteur de la découverte de la structure tubulée de la substance principale des dents, MM. Purkinje, Frœnkel, J. Müller, Retzius, Dujardin, John Tomes, Richard Owen, Erdl et moi, nous avons constaté cette structure dans un assez grand nombre d'animaux vertébrés, avec des circonstances plus ou moins détaillées qui démontrent, il me semble, qu'il n'y a pas eu d'illusion dans ce résultat général.

» Quant à la *seconde proposition,* du dernier Mémoire de M. Nasmyth, sur l'*accroissement et l'ossification de l'ivoire,* après avoir admis, comme moi, qu'aucun vaisseau sanguin ne pénètre cette substance, il explique (1)

(1) *Comptes rendus, etc.,* tome XV, page 681.

ces deux actes fonctionnels par l'endosmose d'un fluide, apporté par les vaisseaux sanguins qui se trouvent en contact immédiat avec les parois des cellules. L'*ivoire n'est donc,* pour cet anatomiste, *qu'une portion de la pulpe ossifiée* (1).

» Afin de mettre à même de juger ce que cette seconde proposition renferme de nouveau pour la science, je vais résumer, sous le point de vue historique, les deux théories sur l'accroissement et le durcissement des dents, et plus particulièrement de la *substance dentaire principale* ou de l'*ivoire,* qui partagent les physiologistes.

» L'une veut *que la substance dentaire principale soit transsudée à la surface du bulbe, par couches successives, se juxtaposant les unes dans les autres;*

» L'autre admet que c'est le bulbe lui-même qui se durcit par intussusception et se transforme ainsi en cette substance dentaire principale.

» *Hunter, Cuvier* et tous les anatomistes ou les physiologistes qui ont écrit sur les dents, depuis 1803 jusqu'en 1839, ont soutenu et adopté la première théorie; même MM. *Purkinje, Frænkel, Retzius* et *Jean Müller,* malgré leur découverte, ou leur connaissance approfondie, de la structure tubulée ou vasculaire de l'ivoire. Ce dernier ne reconnaît d'exception à l'accroissement des dents, par juxtaposition, que dans les dents de quelques poissons.

» Ce sont précisément ces dents des poissons *sélaciens* dont l'étude a conduit M. R. Owen à la théorie du durcissement du bulbe par intussusception, au moyen des tubes calcigères dont il se compose, et à la proposition, *que ce bulbe se transforme ainsi tout entier en substance dentaire principale.*

» Cette théorie positive a été exposée, ainsi que nous l'avons dit, devant l'Académie des Sciences, en décembre 1839 et en janvier 1840.

» Mais l'opinion que les dents croissent par intussusception, que ce ne sont pas des corps inertes et sans vie, remonte encore à *Leeuwenhoeck.* Il avait observé, dans le bulbe, une multitude de vaisseaux sanguins et autres, au moyen desquels, disait-il, chaque tubule de la dent se développe non-seulement, mais encore se nourrit, aussi longtemps que cette dent est saine.

» Il avait même l'idée, sans doute erronée, mais qui montre sa théorie, que les tubules de la dent communiquent à sa surface avec les vaisseaux sanguins des gencives.

---

(1) *Comptes rendus, etc.,* tome XV, page 680.

» La plupart des praticiens, qui ont observé la marche des maladies des dents, ne pouvaient comprendre sans un mouvement intérieur de fluides, les altérations de la substance dentaire principale.

» Déjà, en 1798, *R. Blake,* dans sa dissertation inaugurale, conclut de ses observations d'exostoses et autres, que la dent se nourrit et éprouve des changements intérieurs de composition moléculaire, par des vaisseaux absorbants, comme toutes les autres parties du corps (1).

» Ce mouvement intérieur moléculaire est rendu évident par les expériences de M. *Flourens* sur la coloration et la décoloration de zones dentaires de l'ivoire, à la suite d'une alimentation mêlée de garance, ou sans mélange de cette substance colorante.

» A peu près à la même époque que M. *Owen,* M. *Nasmyth* trouva une conformité organique dans le bulbe et la substance dentaire principale qui devait le conduire à une théorie semblable.

» Du moins, dans sa première communication à l'Académie des Sciences, en 1840, et dans les publications de l'année précédente, il admet que l'ivoire a la même structure vésiculeuse ou celluleuse que la pulpe dentaire; mais je n'ai pas vu positivement, dans ces publications, qu'il en tirât la conclusion, bien naturelle sans doute, que l'ivoire n'est conséquemment que la pulpe durcie, que la pulpe transformée en dent.

» Entre les premières publications de M. Nasmyth, qui datent de 1839 et 1840, et sa dernière communication à l'Académie, le 5 octobre dernier, viennent se placer celles que j'ai faites au même corps savant les 8, 16 août et 5 septembre derniers.

» Ce n'est pas à moi à juger, en ce moment, des rapports qui existent entre ces différents travaux, en tant qu'ils doivent être signalés comme ayant fait faire des progrès réels à l'anatomie et à la physiologie des dents. »

(Cette Lettre est renvoyée à la Commission chargée de l'examen des Mémoires de M. Duvernoy sur les dents des Musaraignes.)

M. le baron de Silvestre fait hommage à l'Académie d'un Volume dans lequel il a réuni les Notices biographiques et les Éloges historiques qu'il a rédigés.

---

(1) .. Partem dentis osseam nutriri, mutationesque per vasa resorbentia, etc., subire eodem modo ac omnis alia corporis pars, concludere videtur. (*Disputatio de Dentium formatione et structura,* a R. Blake. Edinburgi, 1798, p. 109.)

NOMINATIONS

Les Commissaires à l'examen desquels avait été renvoyé un Mémoire de M. *de Castelnau*, ayant pour titre : « *Essai sur les révolutions géologiques des parties centrales de l'Amérique du Nord,* » demandent qu'un zoologiste soit adjoint à la Commission chargée de faire le Rapport.

M. Milne Edwards est désigné à cet effet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Description anatomique de l'organe qui fournit la liqueur purpurigène dans le* Murex brandaris, *et analyse microscopique de cette liqueur; par* MM. Grimaud de Caux *et* Gruby.

(Commissaires, MM. de Blainville, Chevreul, Flourens.)

« Dans des *Murex* que j'ai rapportés de Venise et dont j'avais extrait la liqueur purpurigène avec M. le docteur Bizio, voici, dit M. Grimaud, comment nous avons trouvé la disposition de la poche qui contient la liqueur purpurigène.

» Cette poche a 2 centimètres de long, 1 $\frac{1}{2}$ centimètre de large à sa base. Elle forme un cul-de-sac et a, par conséquent, la forme d'un entonnoir. Elle est située à la partie supérieure du corps de l'animal, entre les organes de la tête et le foie. C'est proprement la cavité pulmonaire; elle s'ouvre par une grande solution de continuité entre le bord du manteau et le corps de l'animal, et elle fournit un prolongement qui se loge dans un canal au moyen duquel la cavité pulmonaire communique à l'extérieur quand l'ouverture de la coquille est complétement fermée par l'opercule.

» Au mois de mai cette poche est toujours gonflée et remplie de liqueur purpurigène.

» A droite et vers la partie moyenne sont les arcs branchiaux, dont les lames sont formées de feuillets disposés en éventail.

» Vers la partie convexe de ces arcs branchiaux on voit avec la loupe un organe floconneux composé de cellules hexagones symétriques, et rem-

plies de mucosité. Sa longueur est de 6 à 8 millim., sa largeur de 2 millim. environ. Il est situé selon l'axe longitudinal à la paroi supérieure de la poche. La mucosité qu'il sécrète contient des cellules d'épithélium, des globules, de la matière colorante ou pigment et une substance homogène incolore.

» Les parois de la poche sont formées de trois couches : la première est composée par l'épithélium disposé en plaques allongées; la seconde est fibrillaire et analogue à une membrane muqueuse; la troisième est aussi fibrillaire, mais ses fibres sont entrecroisées et d'une nature musculaire. Il y a encore une quatrième couche qui est séreuse et qui appartient à l'enveloppe générale de l'animal.

» *Analyse microscopique de la liqueur purpurigène.*—Nous avons examiné deux sortes de liqueur : celle que j'ai rapportée de Venise dans des flacons et qui avait été extraite de l'animal encore vivant, et celle qui se trouvait adhérente aux parois de la poche des animaux que j'avais rapportés et qui avaient déjà séjourné pendant quinze jours dans l'alcool.

» Le liquide extrait de la poche durant la vie de l'animal se présente sous l'aspect d'une substance amorphe, transparente, dans laquelle nagent des cellules ovales, rondes, ayant une enveloppe transparente, et parsemée de petites molécules blanchâtres. Outre ces cellules, il y a des globules anguleux, blanchâtres, des espèces de débris.

» On voit parfaitement, sous le microscope, ces cellules et ces globules changer de couleur sous l'influence de la lumière et s'arrêter au pourpre en passant par le vert et le violet.

» Le liquide contenu encore dans la poche des animaux qui avaient séjourné quinze jours dans l'alcool présente, sous le microscope, une masse transparente granulée, composée de petits flocons blanchâtres, détachés de la poche même, et entremêlés de pigment pourpre, dont la forme est anguleuse et irrégulière. »

M. **Grimaud** adresse en même temps deux Mémoires écrits en italien et également relatifs à la liqueur purpurigène des Murex. Dans le premier, l'auteur, M. **Bizio**, vice-secrétaire de l'Institut impérial et royal de Venise, fait l'histoire de la découverte qu'il croit avoir faite de la véritable pourpre des anciens; dans le second, il fait connaître les résultats de ses recherches sur la composition chimique de la liqueur du *Murex brandaris* et du *M. trunculus*.

A ces deux Mémoires est jointe une Note de M. Grimaud de Caux dont nous extrayons les passages suivants :

« Le MUREX *brandaris* fournit la pourpre tyrienne; la pourpre améthyste est donnée par le *M. trunculus.*

» Ces deux coquillages sont très-abondants sur toutes les côtes de la Méditerranée, et il est facile de se les procurer.

» La liqueur, contenue dans une grande poche située à la partie supérieure de l'animal, s'extrait avec facilité.

» La liqueur, blanche et laiteuse dans la poche, s'oxyde au contact de l'air et de la lumière; et alors, elle passe par toutes les nuances du vert pour se fixer définitivement au rouge chatoyant plus ou moins foncé selon les espèces, rutilante avec le *M. brandaris*, violacée avec le *M. trunculus.*

» D'autres coquillages fournissent aussi la couleur pourpre, mais celle que donnent le *M. brandaris* et le *M. trunculus* est la seule qui résiste à tous les réactifs. »

Aux deux Notes de M. Bizio, sont joints :

1°. Une Note relative à la disposition anatomique de la poche de la liqueur colorante et à l'analyse microscopique de cette dernière prise dans un *M. brandaris;*

2°. Trois flacons : dans l'un il y a plusieurs *Murex* extraits de leurs coquilles; les deux autres sont remplis de la liqueur du *M. trunculus* et de celle du *M. brandaris*, mêlée avec un peu de miel pour sa conservation;

3°. Un exemplaire de la coquille de chaque espèce de Murex; une coquille de *Trunculus* et une de *Brandaris.*

(Ces deux Mémoires de M. Bizio sont renvoyés, avec les pièces qui les accompagnent, à l'examen de la Commission nommée pour la Note de MM. Grimaud de Caux et Gruby.)

M. FAURE, qui avait lu, le 19 septembre dernier, un Mémoire ayant pour titre : « *De l'innocuité de la ponction de la poitrine, pratiquée pour remédier aux épanchements pleurétiques,* » adresse aujourd'hui une Notice supplémentaire à ce premier travail.

M. Faure annonçait dans son Mémoire qu'un des trois individus sur lesquels il avait pratiqué la ponction à l'hôpital militaire de Toulon avait déjà succombé à cette époque, et il ne cachait pas le peu d'espoir qu'il avait de voir se rétablir un des deux survivants. L'événement ne tarda pas à justifier cette prévision; mais le troisième individu, dont la santé avait

été longtemps chancelante, paraît au contraire devoir obtenir une guérison complète. « Sa convalescence, dit M. Faure, a fait de rapides progrès, et, dès le 8 septembre, il avait pu sortir de l'hôpital pour aller passer six mois dans sa famille. Il est remarquable, ajoute M. Faure, que ce soit le malade auquel j'ai retiré le plus de liquide de la poitrine (trois litres et un quart) qui ait obtenu une guérison radicale, selon toute apparence. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Marc d'Espine soumet au jugement de l'Académie un travail considérable ayant pour titre : «Recherches étiologiques sur la mort accidentelle, morbide ou sénile, et sur les maladies mortelles, d'après le dépouillement nosologique de 2714 décès formant le total de la mortalité de Genève pendant les années 1838 et 1839, comparé aux résultats obtenus en Angleterre, résultats consignés dans les rapports officiels sur la mortalité de 1837 et 1838, et à plusieurs autres documents français et allemands. »

Ce travail avait été précédemment présenté au concours pour le prix concernant la Statistique; mais n'ayant pu être admis, en vertu de l'article du programme qui exige que les recherches présentées soient relatives à quelque partie du territoire français, l'auteur le présente de nouveau en demandant qu'il soit l'objet d'un Rapport.

(Commissaires, MM. Serres, Magendie, Breschet.)

M. Lonzoni adresse un Mémoire, écrit en italien, sur un projet de télégraphe de nuit.

L'auteur dit avoir fait très-anciennement, à Milan, des expériences sur ce système de télégraphes, dont l'idée première appartient à M. C. Castelli, chanoine de la cathédrale de Milan. Ce système se compose de trois points lumineux fixes et qui peuvent être éclipsés à volonté, ensemble ou séparément. Ces trois points sont disposés aux extrémités d'un triangle rectangle ayant deux côtés égaux, l'un horizontal, l'autre vertical. Si l'on cache, au moyen d'un écran convenablement disposé, l'une de ces lumières, les deux autres indiqueront la direction du côté opposé à l'angle éclipsé, et l'on aura ainsi trois signes différents; les trois points brillant simultanément en formeront un quatrième, et enfin un cinquième sera donné par une lumière unique. C'est en combinant deux à deux les chiffres

correspondants à chacun de ces signes que M. Lonzoni désigne les différentes lettres de l'alphabet.

(Renvoi à la Commission nommée pour d'autres communications relatives au même sujet.)

M. **Tanchou** adresse une Note additionnelle au Mémoire qu'il a présenté sur le traitement du cancer. M. Tanchou craint que l'ordre dans lequel il a exposé les deux sortes de moyens qu'il emploie pour prévenir la dégénérescence des tumeurs du sein n'ait pu faire supposer qu'il plaçait en première ligne la compression et l'emploi des remèdes externes. Selon lui, au contraire, la base du traitement consiste dans l'administration de remèdes intérieurs : préparations de fer, d'iode, de mercure, etc. La compression, les sachets remplis de substances pulvérulentes, les emplâtres ne sont que des moyens auxiliaires; la compression en particulier lui semble loin de convenir dans tous les cas.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Guyon** adresse un échantillon frais d'une racine employée comme purgatif par les Arabes de l'Algérie, qui la désignent sous le nom de *Bonnefa*.

M. *de Mirbel* est prié d'examiner cette racine et de voir si elle peut être rapportée, comme le croit M. Guyon, au *Thapsia garganica* de Desfontaines.

CORRESPONDANCE.

M. **Jobert**, de Lamballe, prie l'Académie de vouloir bien l'inscrire sur la liste des candidats pour la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite de la mort de M. *Larrey*.

M. **Amussat** adresse la même demande.

Ces deux Lettres (à chacune desquelles est jointe la liste des travaux de l'auteur) sont renvoyées à la Section de Médecine et de Chirurgie.

MÉDECINE. — *Sur l'introduction de l'air dans les veines, et sur un nouveau moyen de prévenir la mort subite qui en résulte ordinairement; par* M. **Mercier**.

« M. Mercier rappelle un Mémoire qu'il a publié en 1837, et dans le-

quel il pense avoir démontré que la mort a lieu dans ces cas comme dans les syncopes longtemps prolongées, c'est-à-dire parce que le cerveau ne reçoit plus le sang nécessaire à l'exercice de ses fonctions, le cours de ce liquide se trouvant interrompu dans les capillaires pulmonaires, 1° parce que l'air, arrivé dans l'oreillette et le ventricule droits, et dans l'artère pulmonaire, empêche, par son *élasticité*, que le cœur imprime au sang une impulsion aussi efficace que lorsqu'il agit sur un liquide incompressible; 2° parce que cet air, par son *reflux* de l'oreillette dans les veines voisines, et du ventricule dans l'oreillette, sous l'influence des contractions du cœur, interrompt presque entièrement le cercle de la circulation; 3° enfin, parce que le *mélange* d'un gaz avec un liquide rend très-difficile le passage de ce liquide à travers des tubes très-fins, comme le sont les capillaires des poumons.

» Maintenant, s'il est démontré qu'aussitôt que le cœur cesse de battre, et par conséquent de lancer le sang vers le cerveau, il en résulte une mort apparente, pourquoi n'en serait-il pas de même quand le sang se trouve arrêté par un obstacle mécanique ?

» Une conséquence de cette théorie, c'est qu'on ne doit pas désespérer trop vite : il n'est pas rare, en effet, de voir la vie se ranimer après une syncope même très-longue, aussitôt que le sang a repris son cours.

» Si donc on pouvait empêcher la mort définitive du cerveau jusqu'à ce que le cœur se fût débarrassé de l'air introduit, et que le sang eût repris son cours, n'aurait-on pas lieu d'espérer que les fonctions cérébrales se rétabliraient ?

» Si la suspension des fonctions du cerveau tient à une privation de sang, il est évident que sa mort sera d'autant plus prompte que la privation sera plus complète. Or, le cœur ne cesse pas immédiatement de se contracter, et il parvient presque toujours à pousser, malgré l'obstacle, une certaine quantité de sang dans le système artériel.

» Il faut donc tâcher d'envoyer au cerveau la plus grande quantité possible de ce sang, et, pour cela, M. Mercier assure qu'il lui a suffi, dans plusieurs expériences, de *comprimer l'aorte abdominale et les artères axillaires.* »

PHYSIOLOGIE. — *Lettre à l'occasion des nouvelles expériences de* M. Matteucci *sur l'électricité animale; par* M. LEROY D'ÉTIOLLES.

« Je prie l'Académie de me permettre de lui exposer différents phénomènes galvaniques produits par le contact des nerfs et des muscles.

» Pour faire comprendre mes expériences, je pense qu'il convient de rappeler ce passage de Müller : « On peut considérer la circonstance suivante comme condition générale de la production de convulsions par des causes galvaniques. Il faut trois choses pour que les convulsions se manifestent : deux électromoteurs et un conducteur qui les unisse. Un lambeau de nerf, plus un muscle et un nerf, forment une chaîne; mais le muscle et le nerf, en connexion organique l'un avec l'autre, n'en forment point une sans le concours d'un troisième corps qui soit homogène ou hétérogène avec eux. » Cette opinion, également admise par MM. de Humboldt, Nobili, Marianini, Pfaff et Matteucci, est le point de départ de mes expériences. M. Matteucci a montré récemment que le courant produit par un appareil électromoteur organique, muscle et nerf, est appréciable au galvanomètre, et de plus, que l'électricité, développée dans le membre d'une grenouille ou communiquée par la pile à ce membre est transmise à un autre membre de grenouille communiquant seulement par le nerf sciatique isolé.

» Dans une autre expérience, M. Matteucci a formé un appareil électromoteur avec des substances homogènes *en apparence*, avec des muscles; mais il pense qu'il faut pour cela mettre en rapport les surfaces extérieures de muscles avec des surfaces intérieures ou les fibres divisées d'autres muscles; et il a basé sur ce fait une théorie de la contraction musculaire.

» Je reconnais que l'aiguille du galvanomètre ne se dévie que quand les tissus sont ainsi disposés; mais d'autres expériences démontrent que cette condition n'est pas indispensable : ainsi lorsque l'on fait l'expérience de M. Matteucci lui-même, qui consiste à produire des contractions dans une cuisse de grenouille en touchant, avec son nerf sciatique disséqué et pendant, les muscles divisés d'une autre grenouille ou d'un autre animal, il n'est nullement nécessaire que le nerf touche par deux points l'intérieur et l'extérieur du muscle; les contractions ont lieu, elles sont même plus fortes lorsque le nerf touche par deux points l'intérieur ou les fibres divisées du muscle, et plus énergiques encore lorsque la communication a lieu par le nerf entre un muscle profond et un muscle superficiel : il semble que cela équivaut à dire que l'énergie des contractions est en raison de la masse des fibres musculaires comprises dans la chaîne, fait reconnu et publié par Müller. Toutefois cette cause n'est pas la seule, car si la même masse de chair est comprise dans la chaîne nerveuse transversalement au lieu de l'être perpendiculairement à l'axe du membre, les contractions sont beaucoup plus faibles et souvent nulles.

» Un autre fait que j'ai reconnu, c'est que tous les points des muscles ne produisent pas de contractions. Si l'on examine à la loupe les points dont le contact par le nerf produit des mouvements dans la jambe isolée, on aperçoit sur l'un d'eux des filets nerveux assez développés; en sorte que là il y a un appareil électromoteur dans les conditions indiquées plus haut d'après Müller.

» L'expérience suivante, modification d'une belle expérience de M. de Humboldt, montre que l'électricité développée par le contact des muscles se comporte comme le galvanisme développé par la pile, puisqu'il passe, comme lui, à travers une ligature placée sur le nerf. Le nerf sciatique, disséqué et pendant, étant étreint par une ligature, son extrémité est mise en rapport avec le fond d'une plaie faite à un muscle: dès que les muscles des deux membres se touchent, on voit des contractions dans ceux de la jambe préparée; si la chaîne est rompue par l'éloignement du nerf, les contractions cessent : elles se reproduisent quand la chaîne est reformée. En faisant toucher le muscle divisé par deux points du nerf au-dessus et au-dessous de la ligature, je n'ai vu que rarement des contractions se produire; je me demande si elles n'étaient pas dues à ce que la portion du nerf au-dessus de la ligature touchant le muscle par une anse, c'est-à-dire par une surface assez large, les contractions avaient lieu comme si la partie au-dessous de la ligature n'eût pas existé; ou, au contraire, le défaut fréquent de contraction ne proviendrait-il pas de la faiblesse du courant; ou bien encore de ce que les points du muscle que nous avons dits aptes à développer de l'électricité n'avaient pas été touchés?

» Je signalerai encore un autre phénomène. J'ai vu le plus ordinairement le membre dont le nerf sciatique avait été employé comme conducteur, être pris, après la cessation du contact, de mouvements convulsifs qui duraient un quart d'heure et plus, tandis que l'autre cuisse, employée comme électromoteur, était immobile, alors même que toutes deux appartenaient au même animal. Pensant que ces convulsions pouvaient être provoquées par l'exposition du nerf à l'air et son dessèchement, j'ai fait la section du nerf au niveau des chairs, et les convulsions ont cessé à l'instant; cependant, malgré ces apparences, telle n'est pas la cause unique du phénomène, puisque ces convulsions ne se manifestent pas ordinairement dans l'autre cuisse du même animal préparé de la même manière, exposé aussi à l'air, mais non soumis auparavant à l'expérience du contact des muscles; puisque d'ailleurs elles continuent dans le membre

où elles se sont développées, lors même que l'on humecte le nerf. Si l'on place ce nerf entre les muscles divisés d'une autre grenouille, l'agitation ne se transmet pas à celle-ci. Je me demande s'il n'y a pas quelque connexion entre ce phénomène et l'expérience de Pfaff, qui, armant un nerf en plaçant le pôle cuivre à l'extrémité et le pôle zinc au centre du nerf, a vu l'agitation dans le membre se continuer beaucoup plus longtemps que quand le pôle zinc armait le bout du nerf et le pôle cuivre la portion médiane; comme si, dans le premier cas, il y avait, d'après la marche connue du fluide voltaïque, soustraction de l'électricité du membre; tandis que, dans l'autre, il y aurait accumulation, et par suite (que l'on me passe cette métaphore), cessation de l'irritabilité par apoplexie nerveuse.

» J'ai observé que, suivant les points du muscle touché par le nerf et suivant la direction donnée à l'arc constitué par le nerf, la contraction se manifeste tantôt au contact, tantôt au moment de la séparation, ce qui indique évidemment des courants différents, et ce qui est conforme aux phénomènes produits sur les nerfs par la pile voltaïque; je me suis alors appliqué à rechercher si cette différence tenait à une loi constante, et, en variant les directions de l'arc conducteur formé par le nerf isolé, j'ai vu que, le plus souvent, les contractions ont lieu au contact dans les muscles fléchisseurs de la cuisse; plus souvent à la séparation dans les muscles extenseurs; j'ai vu encore, ce qui viendrait à l'appui, que, dans les muscles fléchisseurs, les contractions ont lieu surtout lorsque les fibres supérieures du muscle divisé sont touchées par l'extrémité du nerf, et les fibres inférieures par le centre, tandis que, dans les muscles extenseurs, c'est le contraire. Ces phénomènes permettraient de supposer que, dans les muscles fléchisseurs, domine un courant centrifuge, et dans les extenseurs un courant centripète. Cette supposition ne paraîtra pas choquante si l'on réfléchit à l'antagonisme d'action de ces deux ordres de muscles, et si l'on se rappelle l'expérience de Müller sur la conductibilité du galvanisme par les nerfs antérieurs de la moelle épinière et la non-conductibilité par les nerfs postérieurs ou du sentiment. Serait-il donc extraordinaire que, dans ces nerfs, le courant eût lieu de la circonférence au centre; ce que l'on n'a pu démontrer encore, parce que, au-dessus du point de leur isolement, là seulement où l'on peut les soumettre à l'expérience, il n'y a pas d'organe qui soit apte à le manifester, comme le font les muscles pour les nerfs du mouvement, autrement que par de la douleur.

» Ces expériences me semblent ajouter quelque peu à la démonstration de la similitude des phénomènes produits par un appareil électro-moteur

organique vivant, avec ceux que détermine la pile voltaïque; sauf toutefois l'inconstance et l'irrégularité de leur manifestation. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences concernant l'action des nerfs.* (Extrait d'une Lettre de M. THIERRY.)

« ... J'ai fait, en 1828, de concert avec M. Royer-Collard, plusieurs expériences physiologiques, et entre autres la suivante, dont, je dois le dire, c'est lui qui a eu l'idée.

» Nous mîmes en contact les nerfs d'un animal avec ceux d'un autre et nous crûmes que, sous l'influence de ce contact, des phénomènes de contraction avaient lieu; j'ai refait cette expérience sur des grenouilles après les avoir faites sur des lapins, et j'ai cru m'apercevoir que le phénomène de contraction dépendait de l'influence des instruments ordinaires, la pince et le scalpel.

» Depuis, j'ai fait plusieurs expériences sur les conducteurs nerveux; j'ai mis en contact les nerfs pneumo-gastriques divisés en les entre-croisant et leur faisant former, en les dédoublant, des anastomosesaccidentelles. J'ai obtenu que les animaux vécussent après ces opérations beaucoup plus longtemps qu'en coupant les nerfs pneumo-gastriques de chaque côté et les privant de communication.

» Enfin j'ai lu, il y a trois ans, à l'Académie royale de Médecine une Note dans laquelle je cherche à prouver que la plupart des expérimentateurs qui ont divisé le pneumo-gastrique n'ont pas tenu compte d'une des particularités anatomiques qui font que chez les chiens et les moutons, animaux sur lesquels on a expérimenté le plus souvent, on a divisé en même temps le nerf pneumo-gastrique et le filet du grand sympathique, en croyant n'agir que sur le pneumo-gastrique seul; et que, selon que les cordons de communication du grand sympathique ont été, ou non, divisés, il en est résulté des phénomènes différents. »

M. PIORRY annonce l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie un travail sur les *fièvres intermittentes*, sur les rapports qu'elles ont avec les affections de la rate, et sur leur traitement. Il demande la permission de faire connaître d'avance quelques-uns des résultats de ses recherches, résultats qu'il énonce dans les termes suivants :

« Dans les fièvres intermittentes la rate est constamment, ou volumineuse, ou douloureuse, ou altérée dans sa structure.

» Le sulfate de quinine, en quelques jours, en quelques heures, souvent même en quelques minutes, produit une diminution dans le volume de la rate, et prévient le retour de la fièvre intermittente, qui dans ces cas en est la conséquence.

» Au moyen de la plessimétrie, on découvre que la rate est volumineuse, ou qu'elle est le siége même de la douleur, et cela dans un grand nombre de cas où, par d'autres procédés, on ne pouvait pas s'en assurer. »

M. **Bonnafont** adresse une Note concernant des expériences qu'il a faites sur l'homme et les animaux, dans le but de constater les effets de l'eau hémostatique de M. *Brocchieri*. Les résultats des expériences faites sur des animaux chez lesquels, à la vérité, de graves hémorragies s'arrêtent presque toujours d'elles-mêmes, avaient encouragé l'auteur de la Note à tenter des essais sur l'homme. Dans les deux seuls cas où l'application de l'eau hémostatique a été faite, elle n'a paru modifier en rien la marche de l'hémorragie, et cependant on a donné à l'expérience toute la durée que la prudence permettait.

M. **Demonferrand** écrit que, n'ayant pu encore obtenir son tour de lecture pour communiquer des observations sur le Mémoire lu par M. Pouillet dans la séance du 7 novembre, et sachant que des membres de l'Académie ont demandé la parole sur le même sujet, il désire, afin d'éviter toute discussion de priorité, que sa Note soit dès aujourd'hui parafée.

Cette demande est accordée.

M. **Marie** prie l'Académie de vouloir bien lui accorder prochainement la parole pour la lecture d'un Mémoire qui fait suite à celui qu'il a précédemment communiqué sur l'*interprétation des solutions imaginaires en géométrie*.

M. **Marchal**, de Calvi, annonce l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie un travail sur les *embaumements*.

M. **Dulièvre** adresse une Note relative à la question de l'atmosphère lunaire.

M. **Salomon** envoie une Note ayant pour titre : « *De l'influence des comètes sur les productions terrestres*. »

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés par MM. **Conté**, **Desmeaux** et **Villiez**.

COMITÉ SECRET.

Dans ce Comité, la Section d'Astronomie déclare que son avis unanime est qu'il n'y a pas lieu de procéder en ce moment au remplacement de M. *Savary*.

La proposition de la Commission donne lieu à une discussion approfondie. L'Académie passe ensuite au scrutin : 29 membres votent pour l'ajournement, 14 contre; la nomination est ajournée.

La séance est levée à cinq heures et demie. F.

ERRATUM. (Séance du 7 novembre.)

Page 898, ligne 7 en remontant, *au lieu de* remplacer, dans les usages de la médecine, le *sulfate de quinine* par l'*acétate* de la même base, *lisez* remplacer, dans les usages de la médecine, le *sulfate de quinine* par le *lactate* de la même base.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 21; in-4°.

Notices biographiques; par M. le baron DE SILVESTRE; in-8°.

Rapport fait à l'Académie des Sciences sur un Mémoire de M. LEROY D'ÉTIOLLES, *relatif à l'insufflation du Poumon;* in-8°.

Note sur les travaux scientifiques et les titres de M. AMUSSAT; in-4°.

Réflexions sur quelques points de Physiologie relatifs au système nerveux ganglionnaire; par M. BRACHET, *au sujet de quelques opinions professées par MM. les professeurs* MEDICI *et* BERNITI; Lyon, 1842; in-8°.

Recherches sur la cause des Phénomènes électriques de l'Atmosphère, et sur les moyens d'en recueillir la manifestation; par M. PELTIER; in-8°.

Mémoire sur les diverses espèces de Brouillards; par le même; in-4°.

Clinique iconographique de l'Hôpital des Vénériens; par M. RICORD; 5e livr.; in-4°.

Mémoire sur les Aphthes du col de la matrice; par M. CONTÉ DE LÉVIGNAC; in-8°.

Du Sucre; par M. LONGCHAMP. (Extrait de la *Revue scientifique et industrielle* du docteur QUENESVILLE.) In-4°.

Annales de l'Anatomie et de la Physiologie pathologiques; par M. PIGNÉ; nos 1 à 5; juillet à novembre 1842; in-8°.

Première Épître D'USAMER *à ses contemporains;* broch. in-16.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15 — 30 novembre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et de Pharmacologie pratiques; novembre 1842; in-8°.

Académie royale de Bruxelles. Bulletin de la séance du 5 novembre 1842; tome IX, n° 10; in-8°.

Flora batava; 125e livr.; in-4°.

Astronomische Nachrichten; par M. SCHUMACHER; n° 461.

Atti... *Actes de l'Académie des Sciences de Sienne;* tome X; in-4°.

Discorso... *Discours de Physiologie, lu à la fin de l'année scolaire, dans le cours particulier de* M. PANCALDO; Naples, 1842; in-8°.

Memoria... *Mémoire sur l'application du Calcul des résidus à l'intégration des équations différentielles linéaires; par* M. B. TORTOLINI; Rome, 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 48.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n^os^ 139 à 141.

L'Expérience; n° 282.

L'Écho du Monde savant; n^os^ 40 et 41; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 DÉCEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

STATISTIQUE. — *Note sur le mouvement de la population en France; par* M. MATHIEU.

« Les résumés du mouvement de la population pour chaque département ont été insérés régulièrement dans l'*Annuaire*, à partir de l'année 1817, tels qu'ils sont fournis par les registres de l'état civil. Les résultats que l'on en a déduits successivement indiquent un changement sensible dans les rapports des naissances et des décès des deux sexes dans l'intervalle de 1817 à 1840. Les naissances et les décès pendant les huit premières années donnaient les rapports $\frac{16}{15}$ et $\frac{47}{46}$, tandis que, par la totalité des naissances et des décès, on trouvait $\frac{17}{16}$ et $\frac{60}{59}$. Les naissances des garçons excédaient d'abord les naissances des filles de $\frac{1}{15}$, en peu d'années la différence était réduite à $\frac{1}{16}$. Les décès masculins, qui surpassaient les décès féminins de $\frac{1}{46}$, ne les surpassent plus que de $\frac{1}{59}$.

» Voilà les faits qui se trouvent dans les *Annuaires* publiés depuis une vingtaine d'années. Mais possède-t-on assez d'observations pour apprécier les variations des rapports des naissances et des décès?

Rapport des naissances et des décès des deux sexes.

» Nous avons réuni les naissances des enfants naturels et légitimes, et les décès recueillis pendant les vingt-quatre années de 1817 à 1840, en quatre groupes, dans le tableau suivant. Le choléra a produit une si grande perturbation dans les décès en 1832, qu'il fallait ou supprimer cette année, ou bien avoir recours à une correction pour la faire rentrer dans les limites des années voisines. En nous arrêtant à ce dernier parti, nous avons diminué de 50 000 et 55 000 les décès masculins et féminins.

ANNÉES.	NAISSANCES.			DÉCÈS.		
	Masculines.	Féminines.	Rapport.	Masculins.	Féminins.	Rapport.
1817 à 1822	2 962 049	2 778 936	1,0658932	2 315 812	2 268 455	1,0208763
1823 à 1828	3 026 693	2 845 400	1,0637144	2 403 763	2 364 518	1,0165974
1829 à 1834	2 995 014	2 818 705	1,0625497	2 507 050	2 468 103	1,0157801
1835 à 1840	2 979 055	2 809 481	1,0603578	2 474 529	2 435 570	1,0159958

» Soient maintenant N et N' les naissances annuelles des garçons et des filles pour une année t comptée à partir de 1817, puis D et D' les décès annuels masculins et féminins à la même époque. Les formules d'interpolation qui représentent à la fois les rapports moyens du tableau et les rapports des années intermédiaires sont :

$$\frac{N}{N'} = 1{,}06681 - t.0{,}0003167 + t^2 0{,}00000066,$$

$$\frac{D}{D'} = 1{,}023182 - t.0{,}0010023 + t^2 0{,}0000321.$$

» Ces formules, dans lesquelles $t = 0$ en 1817, donnent les diminutions annuelles pour le rapport des naissances

$$0{,}0003160 4 - t.0{,}00000132,$$

et pour le rapport des décès,

$$0{,}0009702 - t \,.\, 0{,}0000642.$$

» Pour rendre encore plus sensible la marche des rapports, remplaçons successivement t par 0, 10 et 20 ; nous aurons

ANNÉES.	RAPPORT DES NAISSANCES.	DIMINUTION ANNUELLE.
1817	1,066681	0,000317
1827	1,066681 — 0,003101	0,000303
1837	1,066681 — 0,006070	0,000290
	RAPPORT DES DÉCÈS.	
1817	1,023182	0,000970
1827	1,023182 — 0,006813	0,000328
1837	1,023182 — 0,007206	— 0,000314

» Le rapport des naissances va en diminuant avec lenteur dans l'intervalle de vingt-quatre ans que nous considérons; il tend insensiblement vers la fraction $\frac{18}{17}$, qui est à très-peu près sa valeur 1,05882 en 1840. Cette diminution, qui se ralentit sans cesse, annonce-t-elle que le rapport des naissances tend vers une valeur constante à mesure que nous nous éloignons de l'année 1817 et que nous marchons vers une époque où la population se développe aussi régulièrement que le comportent nos institutions?

» Le rapport des décès diminue rapidement dans les premières années, lentement ensuite, et vers la fin de la période de vingt-quatre ans, il se relève un peu pour prendre en 1840 la valeur moyenne 1,01711 ou $\frac{60}{59}$ qui résulte de l'ensemble des décès.

» Ainsi, pendant la période de vingt-quatre ans, de 1817 à 1840, le rapport des naissances est compris entre 1,06668 et 1,05882, ou entre $\frac{16}{15}$ et $\frac{18}{17}$; et le rapport des décès entre 1,02318 et 1,01537, ou entre $\frac{44}{43}$ et $\frac{65}{64}$.

Rapport des populations relatives des deux sexes.

» Les naissances et les décès vont encore nous conduire à la détermination exacte de la diminution du rapport des populations des deux sexes. Avec notre premier tableau on forme aisément le suivant.

ANNÉES.	ACCROISSEMENT ANNUEL.		DIFFÉRENCE.	RAPPORT.
	Masculin.	Féminin.		
1817 à 1822......	107 706	85 080	22 626	1,265937
1823 à 1828......	103 822	80 147	23 675	1,295390
1829 à 1834......	81 327	58 434	22 893	1,391789
1835 à 1840......	84 088	62 319	21 769	1,349321

» Les accroissements annuels de la population en hommes et en femmes vont en diminuant de manière que leur différence est sensiblement constante et égale à 22741. Il résulte de cet excédant d'accroissement en hommes que la différence qui existe entre la population des femmes et celle des hommes diminue annuellement de 22741 âmes. Cette diminution constante dans la différence $P'-P$ des populations P' et P des deux sexes pour l'année t produit dans leur rapport $\frac{P'}{P}$ une diminution annuelle représentée par la fraction $\frac{22741}{P}$ et généralement par la formule

$$0{,}0016 - t.0{,}00001.$$

» La diminution, totale après t années, a donc pour expression

$$t.0{,}001605 - t^2\,0{,}000005.$$

» Si nous représentons par R le rapport exact des populations en 1817, nous aurons donc, après t années comptées de 1817,

$$\frac{P'}{P} = R - t.0{,}001605 + t^2\,0{,}000005.$$

En remplaçant t par 0, 10 et 20, on trouve :

Rapport des populations.

1817..... R;
1827..... R — 0,01551;
1837..... R — 0,02990.

» Le rapport des populations diminue donc constamment et avec rapidité de 1817 à 1840.

» Les recensements ne donnent qu'imparfaitement la population; voyons cependant les conséquences que l'on peut tirer de ceux qui ont été faits dans l'intervalle que nous considérons.

ANNÉES.	HOMMES.	FEMMES.	DIFFÉRENCE.	RAPPORT.	
1820	14 796 775	15 665 100	868 325	1,0586	1,04112
1831	15 950 095	16 619 128	669 033	1,0419	
1836	16 460 701	17 080 209	619 508	1,0376	
1841	16 870 671	17 316 053	445 382	1,0264	

» Dans ces dénombrements on trouve toujours plus de femmes que d'hommes, et le rapport des populations relatives va en diminuant à peu près comme l'indiquent les accroissements partiels de la population.

» Ainsi la diminution rapide du rapport des populations est bien constatée, et la population des hommes tend à égaler celle des femmes. L'égalité aura lieu avant peu d'années si la diminution du rapport se maintient, et si l'on peut admettre, d'après les recensements, que le rapport était à peu près 1,04 vers l'année 1830.

» Dans un Mémoire lu dernièrement à l'Académie, sur les *lois générales de la population* (page 861), M. Pouillet a proposé une loi et une hypothèse que nous allons vérifier, à l'aide des résultats que nous venons de déduire des documents recueillis pendant vingt-quatre ans sur la population en France.

» M. Pouillet dit que le rapport $\frac{N}{N'}$ des naissances est exprimé exactement par le même nombre que le rapport des décès $\frac{D}{P}$ et $\frac{D'}{P'}$ rapportés à leurs

populations moyennes respectives, et que l'on a par la loi des naissances

$$\frac{N}{N'} = 1,066;$$

par la loi des mortalités,

$$\frac{D}{P} \cdot \frac{P'}{D'} = 1,066.$$

Si ces deux lois étaient vraies, le rapport des naissances serait constamment égal au nombre 1,066; le rapport des décès, multiplié par le rapport inverse des populations des deux sexes, serait aussi représenté par le même nombre, et l'on aurait toujours

$$\frac{N}{N'} = \frac{D}{D'} \cdot \frac{P'}{P} \cdots\cdots \quad (a)$$

» Si cette égalité subsiste à une certaine époque, de 1817 à 1840, il est facile de comprendre qu'elle n'aura plus lieu à une époque très-rapprochée. En effet nous venons de voir que le rapport $\frac{N}{N'}$ des naissances diminue lentement, que le rapport $\frac{D}{D'}$ des décès diminue aussi lentement, et que le rapport $\frac{P'}{P}$ des populations diminue rapidement. Le second membre de l'équation ci-dessus diminue donc plus vite que le premier, et l'égalité ne peut se maintenir longtemps. Le premier membre peut être représenté par l'ordonnée d'une courbe qui s'incline à peine en s'approchant insensiblement de la ligne horizontale des abscisses, et le second est l'ordonnée d'une courbe qui s'incline rapidement et qui rencontre la première en un seul point. Alors il y a coïncidence; mais, avant et après, ces courbes se séparent, et l'identité ne subsiste plus.

» A la vérité la différence numérique entre les deux membres de cette équation ne porte pas sur les premières décimales, mais on ne doit pas regarder comme égales des quantités dont les expressions numériques ne diffèrent que par des décimales fort éloignées, quand ces décimales s'appliquent à des populations de 15 à 18 millions d'hommes ou de femmes.

» Passons aux applications pour justifier ces généralités.

» Portons dans l'équation (a) ou dans la loi proposée les valeurs de $\frac{N}{N'}$ et $\frac{D}{D'}$ que nous avons trouvées, par interpolation, pour les années 1817,

1827, 1837; nous aurons les relations

$$1817\ldots\ldots\ 1,066681 = 1,023182\,\frac{P'}{P},$$

$$1827\ldots\ldots\ 1,063580 = 1,016369\,\frac{P'}{P},$$

$$1837\ldots\ldots\ 1,060611 = 1,015976\,\frac{P'}{P};$$

d'où l'on tire

ANNÉES.	RAPPORT DES POPULATIONS.
1817......	1,042513
1827......	1,046451
1837......	1,043933

» Ainsi le rapport des populations donné par cette loi reste plus grand en 1827 et 1837 qu'en 1817, au lieu d'aller en diminuant, comme l'indiquent tous les faits. L'augmentation, au lieu d'une diminution, peut entraîner une erreur de plus de 300 000 âmes sur la population des hommes ou des femmes.

» Peut-on faire usage de la loi énoncée par M. Pouillet pour déterminer le rapport des populations des deux sexes au moyen des rapports des naissances et des décès? Ce que nous venons de dire suffit pour montrer qu'elle conduit à des résultats contraires aux faits observés, s'il y a une dépendance nécessaire entre les rapports des naissances, des décès et des populations; on peut donc affirmer qu'elle n'en est pas l'expression.

» La population des hommes s'approche sans cesse de celle des femmes: que deviendra la loi quand ces populations seront égales?

» Nous craignons que l'auteur se soit laissé aller trop facilement à regarder comme une loi, une égalité purement accidentelle entre des résultats numériques.

» M. Pouillet dit encore, dans son Mémoire, que l'on peut poser en principe que le rapport des populations doit être tel, qu'il conserve la même valeur pendant que les populations se développent régulièrement.

» Si nous désignons par P et P' les populations réelles dans une année donnée, et par A, A' les accroissements de la population cette année, on

devra avoir l'année suivante, d'après cette hypothèse :

$$\frac{P' + A'}{P + A} = \frac{P'}{P};$$

d'où l'on tire nécessairement

$$\frac{P'}{P} = \frac{A'}{A}.$$

Ainsi le rapport des accroissements serait constamment égal au rapport des populations.

» Mais dans la période que nous considérons on a toujours le rapport $\frac{P'}{P}$ des populations plus grand que l'unité, tandis que le rapport $\frac{A'}{A}$ des accroissements est toujours plus petit que l'unité. Ces rapports ne sont donc pas égaux en France. Il faut conclure de cette discordance ou que l'hypothèse est fausse, ou que la population est soumise dans son développement à de grandes perturbations que rien n'indique. Elle semble, au contraire, se développer avec assez de régularité depuis une vingtaine d'années.

» Cette hypothèse ne nous paraît donc pas plus admissible que la loi de mortalité. Il est dès lors inutile de suivre l'auteur dans les applications qu'il en fait.

» Nous terminerons par une réflexion générale. Les naissances et les décès sont fournis avec toute la précision désirable par les registres de l'état civil. Si l'on remarque des discordances, elles tiennent à la nature des choses, aux perturbations qui troublent sans cesse le développement d'une grande population. Les résultats moyens tirés de ces documents doivent donc être admis avec confiance. Il n'en est pas de même quand on fait intervenir dans des recherches si délicates les populations officielles des deux sexes. Les résultats ne doivent être présentés qu'avec la plus grande réserve. »

STATISTIQUE. — *Observations et calculs sur les variations du rapport entre le nombre de naissances du sexe masculin et du sexe féminin; par* M. le baron **Charles Dupin.**

« Dans une séance précédente, notre savant confrère M. Pouillet nous a communiqué des recherches pleines d'intérêt sur la comparaison des tables de population calculées séparément pour le sexe masculin et pour le sexe féminin.

» Ce travail m'a rappelé naturellement vers un sujet dont je me suis longtemps occupé.

» Je me bornerai, dans cette séance, à de courtes observations sur le rapport entre les naissances des deux sexes.

» M. Pouillet paraît considérer ce rapport comme n'éprouvant aucune espèce de variation pour une même nation. Voici dans quels termes il exprime cette opinion :

« La loi des naissances relatives des deux sexes est connue depuis près » d'un siècle; on sait que si elle varie d'un peuple à l'autre, elle se montre » *parfaitement invariable* pour le même peuple. En France elle est expri- » mée par 1,066, qui paraît être le nombre moyen de l'Europe. »

» M. Pouillet, représentant par N et N' les naissances des deux sexes, de 1806 à 1840, pose en principe que $\frac{N}{N'} = 1,066$. Je montrerai, dans un moment, l'erreur de cette assertion.

» J'ai voulu chercher d'abord sur quelle base s'était appuyé notre savant confrère pour adopter le rapport $\frac{N}{N'} = 1,066$.

» Pour cela, j'ai consulté les tables statistiques publiées par le Ministère du Commerce, année 1837. Je me suis arrêté au tableau n° 107.

» Si, d'après ce tableau, l'on prend les naissances *légitimes* des deux sexes, depuis 1801 jusqu'à 1835 inclusivement, l'on trouve

N =	Naissances du sexe masculin.....	16 048 943,
N' =	Naissances du sexe féminin......	15 054 539.
	Rapport............ $\frac{N}{N'}$ =	1,066 053.

» Ce résultat, comme on voit, ne diffère que par une fraction presque insensible du rapport adopté par notre savant confrère.

» Mais ce rapport sera sensiblement altéré si l'on prend, non pas seulement les naissances d'enfants légitimes, mais la totalité des naissances pendant le même laps de temps.

Naissances totales de 1801 à 1835.

Naissances du sexe masculin..........	17 135 444
Naissances du sexe féminin..........	16 090 978
Rapport............. $\frac{N}{N'}$ =	1,064 910

» La différence entre ce rapport et celui qu'adopte notre savant confrère serait encore plus considérable, si l'on faisait entrer dans le calcul les naissances des deux sexes, de 1835 à 1840, ainsi qu'on le verra dans un moment.

» Après avoir indiqué cette première source de rectifications, je vais prouver que le rapport des naissances de l'un et de l'autre sexe, loin d'être constant pour différents siècles, présente, dans le siècle actuel, des variations sensibles et très-remarquables.

» Afin d'éviter les petites inégalités qui peuvent s'offrir d'une année à la suivante, et qui sont sans influence sur l'ensemble d'une époque étendue, j'ai calculé le rapport entre les naissances des deux sexes par périodes consécutives de cinq années, depuis 1801 jusqu'à 1840 inclusivement. Voici les résultats que présente cette opération :

Rapports comparés des naissances des deux sexes, par périodes de cinq années, depuis 1801 jusqu'à 1840 inclusivement.

ÉPOQUES QUINQUENNALES.	NAISSANCES MASCULINES.	NAISSANCES FÉMININES.
1801 à 1805	1,067 528	1,000 000
1806 à 1810	1,062 793	1,000 000
1811 à 1815	1,068 265	1,000 000
1816 à 1820	1,065 874	1,000 000
1821 à 1825	1,065 208	1,000 000
1826 à 1830	1,059 534	1,000 000
1831 à 1835	1,065 440	1,000 000
1836 à 1840	1,059 566	1,000 000
Rapport moyen des quarante années.		
	1,064 234	1,000 000
Rapport, pour deux dernières années.		
1839..........	1,059 324	1,000 000
1840..........	1,057 091	1,000 000

» Les résultats que je viens d'offrir démontrent évidemment qu'il est

impossible de considérer comme une quantité *immuable* le rapport entre le nombre des naissances des deux sexes. Ce rapport, depuis le commencement du siècle actuel, atteint son maximum entre 1811 et 1815; il atteint son minimum quinquennal entre 1826 et 1830; enfin les années 1839 et 1840 présentent un rapport inférieur encore à ce minimum.

» Si l'on se bornait à considérer la population française depuis 1816 jusqu'à 1840, intervalle de temps que notre savant confrère a soumis plus particulièrement à ses considérations, on trouverait :

PÉRIODES quinquennales.	NAISSANCES		
	masculines.		féminines.
1816 à 1820	2 463 896		2 311 638
1821 à 1825	2 50630 3		2 352 780
1826 à 1830	2 511 982		2 370 838
1831 à 1835	2 514 614		2 370 164
1836 à 1840	2 466 687		2 328 016
Sommes............	12 463 382		11 723 436
Rapport des naissances.	1,063 118	:	1,000 000

» Par conséquent, pour la période de 1818 à 1840, pendant laquelle notre savant confrère met en parallèle les naissances et les mortalités des deux sexes, le rapport moyen des naissances au lieu de s'élever à 1,066, ne s'élève qu'à 1,063118.

» Les résultats que nous venons de présenter ont cela de très-remarquable, que les variations du rapport entre le nombre des naissances des deux sexes ne semble pas osciller au hasard autour d'un moyen terme.

» Depuis l'année 1811 jusqu'à l'année 1840, le nombre proportionnel des naissances du sexe masculin diminue de telle sorte que le rapport des naissances des deux sexes est exprimé,

$$\text{En } 1811, \text{ par } \frac{1{,}073\,082}{1{,}000\,000};$$

$$\text{En } 1840, \text{ par } \frac{1{,}057\,091}{1{,}000\,000}.$$

» Et la moyenne entre ces deux époques est de 6,063 980. Si l'on pre-

nait le rapport pour les quinze premières années du siècle, on reviendrait à très-peu près au nombre adopté par M. Pouillet : on trouverait 1,066 155.

» La première conclusion à déduire de ces résultats, c'est qu'on ne peut pas tirer de conséquences rigoureuses d'après de très-faibles différences entre le dénombrement des hommes et des femmes, entre les époques de 1811 à 1840, lorsqu'on se fonde sur l'*immuabilité supposée d'un rapport entre les naissances des deux sexes*: rapport qui subit, pendant cette époque, des décroissements successifs entre des limites très-sensiblement différentes.

» Nous laisserons à notre savant confrère le soin de modifier ses propres calculs d'après ces observations; nul autre ne le pourrait faire mieux que lui.

» Amené par les recherches qui précèdent à prendre en grave considération les variations du rapport entre les naissances des deux sexes, en France, j'ai voulu voir s'il ne se présente pas des changements analogues dans les rapports du même ordre, relatifs à d'autres contrées. C'est ce que j'ai reconnu pour la Grande-Bretagne et pour la Belgique.

» Pour la Grande-Bretagne, j'ai pu comparer par périodes de cinq années, trente ans consécutifs, depuis le commencement de ce siècle.

» Voici les résultats du calcul de ces périodes :

Population de l'Angleterre et du pays de Galles.

PÉRIODES quinquennales.	NAISSANCES		
	masculines.	féminines.	totales.
1801 à 1805	710 546	681 221	1 391 767
1806 à 1810	758 131	729 008	1 487 139
1811 à 1815	809 820	775 160	1 584 980
1816 à 1820	854 737	815 350	1 670 087
1821 à 1825	942 867	901 268	1 844 135
1826 à 1830	974 577	934 781	1 909 358
	5 050 678	4 836 788	9 887 466

Résumé des rapports de naissance entre les deux sexes pour la Grande-Bretagne.

ANNÉES.	HOMMES.	FEMMES.
1801 à 1805	1,043 048	1,000 000
1806 à 1810	1,039 953	1,000 000
1811 à 1815	1,044 713	1,000 000
1816 à 1820 maxim.	1,048 307	1,000 000
1821 à 1825	1,046 156	1,000 000
1826 à 1830	1,039 237	1,000 000
Rapport moyen des trente années.		
	1,044 221	1,000 000
Rapports moyens, par intervalles de trente années.		
1801 à 1815	1,042 596	1,000 000
1816 à 1830	1,045 554	1,000 000

» Les quinze dernières années, quoique offrant le rapport moyen le plus élevé, présentent une tendance marquée à la diminution successive du rapport des naissances.

Population belge.

» Je n'ai maintenant à ma disposition que des naissances de trois époques différentes, dans le siècle actuel, pour le royaume de Belgique.

ÉPOQUES.	NAISSANCES masculines.	NAISSANCES féminines.
1re époque. — 1815 à 1824 inclusivement, 10 ans.		
Villes	182 640	171 230
Campagnes	524 690	490 560
Totaux	707 330	661 790
2e époque. — 1825 à 1829 inclusivement, 5 ans.		
Villes	87 516	83 122
Campagnes	256 751	241 989
Totaux	344 267	325 111
3e époque. — 1832 à 1839 inclusivement, 8 ans.		
Villes	135 601	128 189
Campagnes	439 038	411 297
Totaux	574 635	539 486
(1830 et 1831 manquent.)		
Sommes des trois époques.		
Villes	405 757	382 541
Campagnes	1 220 479	1 143 846
Totaux	1 626 236	1 526 387

Rapports entre les naissances des deux sexes.

(*Population belge.*)

1re époque, 1815 à 1824 (10 ans)	1,068 813	:	1,000 000
2e époque (5 ans)	1,058 181	:	1,000 000
3e époque (8 ans)	1,065 161	:	1,000 000

Valeur moyenne pour l'ensemble des trois époques :

Population totale	1,065 415
Population des villes (*)	1,060 689
Population des campagnes	1,066 986

(*) Une partie de la différence des rapports pour les villes et les campagnes peut s'expliquer, ce nous semble, par la disparité des enfants naturels.

Parallèle du rapport entre les naissances des deux sexes pour la France entière, pour les départements maritimes et pour les départements de l'intérieur.

» Après avoir calculé pour l'ensemble de la France la valeur moyenne du rapport des naissances des deux sexes, j'ai voulu voir comment les variations de ce rapport affectent les diverses parties du territoire.

» Un examen attentif des résultats propres aux diverses parties du royaume m'a fait découvrir qu'en général les départements qui sont au bord de la mer présentent proportionnellement moins de naissances masculines, pour un même nombre de naissances féminines, que les départements de l'intérieur.

» J'ai voulu voir si, en faisant cette observation, je n'étais pas tombé sur quelque relation fortuite, ou si j'avais découvert une relation qui présentât en réalité quelque constance.

» J'ai pris pendant quarante années consécutives les naissances de l'un et de l'autre sexe, 1° pour les vingt-quatre départements maritimes; 2° pour les cinquante-deux départements de l'intérieur; 3° pour la France entière, suivant la méthode que j'avais précédemment adoptée.

» Afin d'éviter les anomalies de chaque année en particulier, j'ai calculé les rapports par périodes de cinq années. Voici les résultats de ces calculs, aussi longs que fastidieux :

ÉPOQUES quinquennales.	1°. Pour la France entière.	2°. Pour la France maritime.	3°. Pour la France intérieure.
1801 à 1805	1,067 526	1,062 038	1,070 280
1806 à 1810	1,063 019	1,051 285	1,068 924
1811 à 1815	1,068 265	1,060 496	1,072 902
1816 à 1820	1,065 867	1,063 632	1,066 972
1821 à 1825	1,065 209	1,055 837	1,069 973
1826 à 1830	1,059 534	1,055 906	1,061 357
1831 à 1835	1,065 440	1,055 093	1,070 664
1836 à 1840	1,059 566	1,054 994	1,061 874
Moyenne des 8 époques	1,064 234	1,057 424	1,067 749

» On doit être frappé de voir, pendant quarante années, le rapport des naissances du sexe masculin au sexe féminin constamment moindre pour les départements maritimes pris ensemble, que pour les départements de l'intérieur. Une pareille constance ne semble pas pouvoir être l'effet du hasard.

» Une autre remarque essentielle c'est que pour l'Angleterre, pays plus maritime que l'ensemble de la France, le rapport entre les naissances du sexe masculin et du sexe féminin, est moindre encore que pour l'ensemble de nos départements maritimes. Mais pour la Belgique, l'analogie ne semble pas se conserver.

» Je me garderai soigneusement d'ériger en lois de la population, les coïncidences que je viens de signaler. Je sais par expérience avec combien de circonspection il faut avancer lorsqu'on veut assigner des règles immuables et simples à des relations aussi compliquées que celles des naissances de l'un et de l'autre sexe.

» Je crois, néanmoins, très-utile de signaler à l'attention des géomètres les rapprochements qui découlent des faits déjà bien constatés. On peut ensuite continuer les mêmes comparaisons, pour les époques subséquentes. L'esprit est d'avance éveillé sur le sujet des parallèles qu'il peut faire, et prêt à confirmer les premières inductions; ou bien à constater si les faits conduisent à montrer que des rapports existants pendant un certain nombre d'années changent ensuite, et dans quelle étendue possible.

» Enfin, les calculateurs qui viendront plus tard verront si ces variations mêmes ne sont pas sujettes à quelques règles assignables.

» Tel est l'ordre de faits et de calculs sur lesquels j'ai cru devoir appeler l'attention de l'Académie.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS PRINCIPAUX DE CE MÉMOIRE.

Rapports moyens pour la totalité des années observées, chez chaque peuple, entre les naissances des deux sexes.

» Pour *un million* de naissances féminines, il y a

		Naissances masculines.
En Angleterre		1,044 243
En France	Littoral de l'Océan	1,057 128
	Littoral de la Méditerranée	1,058 718
	France maritime complète	1,057 435
	Moyenne de tous les départements	1,064 234
En Belgique		1,065 415
En France : départements de l'intérieur		1,067 749

ZOOLOGIE. — *Troisième Mémoire sur les Singes de l'ancien monde, spécialement sur les genres* Colobe, Miopithèque *et* Cercopithèque; *par* M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire**. (Extrait.)

« Dans deux Mémoires qui ont été présentés et en partie lus à l'Académie il y a quelques semaines (1), M. Isidore Geoffroy a présenté des remarques générales sur les Singes de l'ancien monde, et traité spécialement de deux genres asiatiques fort remarquables et nombreux en espèces, les Gibbons et les Semnopithèques. Poursuivant, selon le plan qu'il s'est tracé, l'étude approfondie et la révision de la grande famille des Singes, M. Isidore Geoffroy s'occupe, dans le présent Mémoire, de trois genres africains, les Colobes, le nouveau genre Miopithèque et les Cercopithèques ou Guenons.

» Ce travail devant paraître très-prochainement, nous nous bornerons ici à indiquer succinctement les résultats qui y sont consignés.

» Parmi les Colobes, genre dont l'existence même était regardée comme douteuse, il y a peu d'années, par quelques zoologistes, on a décrit jusqu'à neuf espèces, presque toutes de la côte occidentale d'Afrique. Mais sur ces neuf espèces, plusieurs sont loin d'être suffisamment authentiques, et elles ne peuvent être définitivement admises dans la science, ainsi que le montre M. Isidore Geoffroy en discutant leurs caractères et leur synonymie.

» Le genre Miopithèque (*Miopithecus*), établi pour la première fois dans ce travail, mais déjà indiqué dans les *Comptes rendus* (2), a pour type un Singe depuis longtemps connu, le Talapoin de Buffon. L'auteur fait connaître les caractères que présente la conformation générale de la tête et les modifications caractéristiques des organes des sens. Le Talapoin, dont l'auteur avait d'abord cru pouvoir rapprocher une autre espèce, reste jusqu'à présent le seul Miopithèque dont l'existence soit suffisamment constatée.

» Passant ensuite au genre Cercopithèque, M. Isidore Geoffroy fait connaître par quels caractères il se distingue des cinq groupes successivement formés aux dépens des *Cercopithecus* d'Illiger (*Colobus*, en 1811; *Cercocebus* (3) et *Nasalis* en 1812; *Semnopithecus*, en 1821, et *Miopithecus* en

---

(1) Séance du 10 octobre. *Voyez* p. 716.

(2) *Loc. cit.*, p. 720.

(3) Ce genre avait été abandonné; mais des observations récemment faites sur les Mangabeys, paraissent entraîner la nécessité de son rétablissement.

1842). Après tous ces démembrements successifs, le genre Cercopithèque, tel qu'il est présentement défini, ne reste pas moins le groupe le plus nombreux en espèces que comprenne la grande famille des Singes et même l'ordre tout entier des Primates. M. Isidore Geoffroy montre que les espèces déjà décrites, et dont plusieurs avaient été à tort confondues entre elles, ne sont pas au nombre de moins de dix-sept, et il en fait connaître quatre autres; ce qui porte le nombre total des espèces aujourd'hui connues de Cercopithèques à vingt et une, non comprises deux espèces, l'une indiquée d'après un seul individu mutilé, et qui reste très-douteuse; l'autre, parfaitement authentique, mais dont les rapports naturels ne peuvent être encore déterminés.

» Les quatre espèces qu'établit M. Geoffroy sont, selon les noms qu'il leur donne, le Cercopithèque aux lèvres blanches, *Cercopithecus labiatus*, voisin du Hocheur et du *C. Campbelli* de M. Waterhouse; le Cercopithèque monoïde, *C. monoïdes*, ainsi appelé à cause de sa ressemblance très-marquée avec la Mone; le Cercopithèque roux-vert, *C. rufo-viridis*, voisin du *C. griseo-viridis* et du *C. sabæus*, et faisant le passage de la petite section désignée sous le nom de Singes-verts à celle des Singes-rouges; enfin le Cercopithèque Delalande, *C. Lalandii*, dont le nom rappelle le voyageur qui a le premier rapporté ce Cercopithèque.

» Parmi ces quatre espèces, les premières sont jusqu'à présent fort rares, et M. Isidore Geoffroy ne les décrit que d'après des individus, les uns venus, par la voie du commerce, d'une région de l'Afrique qui n'a pu être connue, les autres donnés à la ménagerie du Muséum, et dont la patrie n'est de même qu'imparfaitement déterminée. La quatrième, qui vient du cap de Bonne-Espérance, est au contraire assez commune dans les collections; mais elle a été confondue par M. Frédéric Cuvier, qui n'avait sous les yeux que de très-jeunes sujets, avec son *C. pygerythrus*. Cette confusion, d'après laquelle on a toujours cité le *C. pygerythrus* comme une espèce de l'Afrique australe, a été faite, à l'exemple de M. Frédéric Cuvier, par tous les auteurs, ce qui a rendu nécessaire la révision de tous les faits relatifs non-seulement au véritable *C. pygerythrus*, mais aussi à d'autres espèces dont les caractères avaient été de même inexactement décrits. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie de la lumière.*

M. Augustin Cauchy présente un Mémoire relatif à de nouvelles formules générales, qui renferment les lois suivant lesquelles un rayon lumi-

neux est réfléchi et réfracté par la surface de séparation de deux milieux isophanes, dans le cas où l'on tient compte de la dispersion des couleurs, et qui doivent être substituées dans ce cas aux formules de Fresnel.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur une machine typographique inventée par* M. Gaubert.

(Commissaires, MM. Arago, Coriolis, Piobert, Gambey, Séguier rapporteur.)

« Une curieuse, nous pourrions dire une étonnante machine a été soumise à votre examen. M. Gaubert a appelé votre attention sur son gérotype, c'est-à-dire sur son appareil à trier et classer les éléments de la typographie.

» Une Commission par vous nommée, et composée de MM. Arago, Coriolis, Piobert, Gambey et Séguier, a vu fonctionner la machine; elle s'est rendu compte des principes qui ont été suivis dans sa construction. Nous venons vous faire part des résultats de cet examen.

» Le problème que M. Gaubert a entrepris de résoudre est un maniement mécanique complet des types typographiques, soit pour la décomposition, soit pour la recomposition des formes. Jusqu'ici la seconde moitié de ce difficile problème avait seule été jugée possible; et nous pouvons citer à cet égard les ingénieuses constructions des Ballanche, des William Church, des Yong et d'Elcambre, toutes, jusqu'à ces derniers jours, restées sans emploi, parce qu'aucune d'elles ne pouvait se passer d'un classement préalable.

» MM. Gaubert et Mazure sont les premiers qui aient osé aborder mécaniquement la question dans son ensemble. Persuadés qu'une machine pouvait préparer le travail d'une autre machine, ces messieurs se sont mis à l'œuvre. M. Gaubert a trouvé seul le principe fécond de la solution. Entrés de compagnie dans la difficile carrière, les deux collaborateurs ont cru bientôt, pour obtenir plus sûrement un résultat, devoir prendre des routes différentes. Nous vous entretenons, aujourd'hui, exclusivement du gérotype de M. Gaubert; un autre rapporteur vous fera connaître les

travaux de M. Mazure. La route toute nouvelle qui a conduit M. Gaubert au succès n'a été découverte par lui que depuis qu'il marche isolé.

» La machine qui a été soumise à vos Commissaires est composée de deux parties distinctes. Trier et classer les caractères livrés pêle mêle à son action, les emmagasiner en quantité suffisante et proportionnée au besoin de la composition dans des réceptacles mobiles, est la fonction difficile de la partie que l'inventeur a nommée *distribueuse*. La partie appelée par lui *composeuse* est uniquement chargée de faire revenir, suivant l'ordre déterminé par l'ouvrier compositeur et à sa volonté, les éléments typographiques pour les assembler rapidement et sûrement dans une forme ou un simple composteur. Pendant cet appel et cet arrangement tout mécanique, aucun type ne doit être exposé à perdre la bonne position qui lui a été précédemment assignée. C'est la réunion de ces deux organes distincts, quoique solidaires, qui constitue la pensée mécanique conçue, réalisée et livrée à votre critique.

» Le problème vient d'être sommairement énoncé; exposons les conditions de sa solution.

» La *distribueuse* doit recevoir pêle mêle les éléments de la composition typographique, c'est-à-dire les caractères, les signes de ponctuation, les espaces, etc., par une action *inintelligente,* elle doit les isoler les uns des autres, les décoller; car nous supposons la machine opérant sur les débris d'une forme rompue. Elle doit s'exercer sur chaque type séparément, s'assurer de prime abord s'il se présente au classement dans une position normale, c'est-à-dire, en termes d'imprimerie, l'œil en l'air, le pied bien tourné; elle doit ensuite le diriger vers le réceptacle spécial qui lui est assigné: mais comme une composition n'est pas formée de caractères répétés en nombres égaux, il importe que la machine puisse accumuler dans des réservoirs plus spacieux, ou plusieurs fois reproduits, les lettres les plus fréquemment employées. Cet emmagasinement doit être méthodique et progressif; les caractères d'une même classe ne doivent venir remplir le second ou le troisième réservoir de la série à laquelle ils appartiennent qu'après avoir complétement occupé le premier. Pour que ce travail de classement soit vraiment utile, il faut qu'il soit rapide, sûr, par-dessus tout économique.

» La *distribueuse,* réduite aux proportions d'un outil auxiliaire de l'imprimeur, ne doit occuper qu'une place restreinte dans l'imprimerie.

» Les fonctions de la *composeuse* consistent à restituer avec célérité et fidélité, dans l'ordre assigné par la volonté de l'ouvrier compositeur, les

divers éléments de composition déjà classés par la *distribueuse*. La *composeuse* a reçu le caractère dans sa position normale, c'est toujours dans cette situation qu'elle doit le rendre au composteur ou à la forme. Une page ainsi mécaniquement composée ne doit présenter à corriger que des substitutions d'un élément à un autre dans le cas d'un faux appel.

» Essayons de faire comprendre par une simple description orale l'ingénieuse solution à laquelle, après un long et opiniâtre travail, M. Gaubert est enfin arrivé.

» Imaginons donc des masses de caractères pris et jetés au hasard sur un plan incliné, garni de petits canaux longitudinaux; un léger mouvement de sassement suffit pour ébranler les caractères, ils se désunissent, se couchent, tombent dans les canaux, les uns parallèlement à leur direction, les autres formant avec les rigoles des angles divers. Les premiers caractères, bien engagés dès le principe, continuent leur descente; les autres, heurtés par leurs extrémités contre des obstacles verticaux entre lesquels ils sont contraints à passer, prennent bientôt une position semblable aux premiers. La superposition longitudinale, et dans le sens des canaux, de plusieurs caractères tombés les uns sur les autres, peut se présenter; elle doit être détruite : il suffit pour cela de les faire passer pendant leur descente dans une portion de canal doublement incliné, et sur le sens longitudinal, et sur le sens transversal. Les rebords de cette partie sont plus bas que le plus mince des caractères : tous ceux qui, jusque-là, ont cheminé superposés ne pourront éviter, en cet endroit, d'être entraînés latéralement par le seul fait de leur propre masse. Ils tombent dans un récipient spécial, d'où ils sont repris pour courir plus efficacement, une seconde fois, les chances d'un meilleur engagement dans les canaux du plan incliné.

» Par la pensée suivons les caractères : ceux bien engagés dès le principe continuent de descendre; les autres, tombés en travers des canaux, passent entre les obstacles, se redressent, prennent des positions parallèles; ils s'engagent à leur tour; les caractères superposés s'éliminent d'eux-mêmes. Les voici tous rangés les uns à la suite des autres; ils se touchent, ils se poussent, ils vont entrer un à un dans un premier compartiment que nous pourrions comparer au sas d'écluse d'un canal de navigation; la porte d'amont s'ouvre, un caractère entre. Les dimensions de l'écluse sont réglées de façon à ce qu'un seul puisse être reçu à la fois. La porte d'amont se referme, la porte d'aval s'ouvre à son tour pour le laisser descendre; les portes manœuvrent sans cesse, et tous les caractères franchissent l'écluse,

à leur rang. Expliquons le but de l'écluse; pour cela indiquons à quel traitement le caractère y est soumis pendant son passage : chaque caractère, ainsi momentanément parqué dans le sas de l'écluse, est comme exploré dans toute sa longueur, nous pourrions dire plus exactement encore, est comme sondé dans toutes ses parties par des aiguilles verticales que des ressorts appuient sur toute sa surface. Le caractère se trouve ainsi soumis, dans toute son étendue, à l'action des aiguilles, à la façon des cartons de la Jacquart, sur lesquels s'appliquent de nombreuses tiges métalliques toujours prêtes à s'engager dans les ouvertures dont ils sont convenablement percés pour opérer la levée de certains fils de chaîne et former le dessin de l'étoffe. Comme le carton, le caractère a ses ouvertures; seulement elles ne consistent que dans de simples encoches pratiquées sur ses flancs : elles varient en nombre et en distance entre elles pour chaque espèce de type différent. Une partie des aiguilles buttent contre la masse solide du caractère, quelques-unes tombent sur le vide des encoches et s'y enfoncent. Le nombre et la situation des aiguilles pénétrantes, en assignant une position particulière à un canal mobile de raccordement entre l'écluse et les receptacles, règle la case dans laquelle le caractère ira forcément se rendre à sa sortie de l'écluse. Le problème d'une direction spéciale et certaine à donner à de nombreux caractères vers le seul réceptacle qui leur convient, tout compliqué qu'il est, se trouve cependant ainsi résolu simplement par l'action de telle ou telle aiguille dans telle ou telle encoche.

» L'opération que nous venons de décrire suffit au caractère entré dans l'écluse dans une position normale; celui-ci, reconnu dans son espèce, est de suite dirigé sur le canal de raccordement vers son réservoir définitif. Il en est autrement de tous les caractères arrêtés dans l'écluse dans une position vicieuse, il importe de la rectifier; les aiguilles, par leurs rapports avec les encoches, s'acquittent de cette fonction avec une rigoureuse fidélité; un certain cran spécial, dit *cran de retournement*, est pratiqué dans tous les caractères, quelle que soit leur espèce, et à la même place. Suivant la position du caractère dans la première écluse, ce cran correspond à des aiguilles différentes; or, le caractère peut être mal tourné de trois façons: il peut être couché l'œil en bas sur l'un ou l'autre flanc, ou bien encore l'œil en l'air, mais sur le mauvais côté; pour détruire chacune de ces trois fausses positions, la pénétration d'une aiguille spéciale dans chacun de ces cas particulier fait prendre au canal de raccordement une position telle que le caractère, au lieu d'être dirigé de suite vers son récipient définitif, est conduit à une série de

trois écluses nouvelles, toutes trois à sas mobiles, mais chacune suivant un mode particulier: le sas de la première écluse tourne sur lui-même, suivant un axe longitudinal; celui de la seconde suivant un axe vertical; le troisième pivote sur un axe transversal. Par une féconde et constante application du principe des rapports des aiguilles aux encoches, c'est le vice lui-même du caractère qui détermine le choix du sas d'écluse dans lequel il sera détruit. Le caractère versé d'un flanc sur l'autre, tourné ou culbuté bout pour bout, sort du sas rectificateur pour continuer sa descente, et aller rejoindre dans son réceptacle propre les caractères de son espèce qu'une bonne position dans la première écluse a dispensés d'une telle manœuvre.

» Tous les éléments de la typographie ainsi classés et emmagasinés dans des proportions convenables, tous ramenés dans une position normale, la composition mécanique est désormais rendue possible, même facile.

» Voyons comment M. Gaubert a résolu cette seconde partie du problème.

» Sa *composeuse* est une machine séparée et distincte; elle puise les éléments de composition dans les réceptacles mêmes où la *distribueuse* les a accumulés. Ces réservoirs, convenablement chargés de caractères, sont manuellement transportés de la première machine à la deuxième. L'inventeur de ces mécanismes n'a point voulu qu'ils fussent nécessairement solidaires, la rapidité d'action de chacun d'eux étant différente. Comme nous l'avons dit, la *distribueuse* n'est soumise qu'à un emprunt de force mécanique inintelligente; elle peut donc être mise en relation avec un moteur qui marcherait nuit et jour et sans repos, elle pourrait ainsi trier des caractères pour plusieurs *composeuses*; les fonctions de celles-ci sont, au contraire, forcément régies par le temps employé à la lecture et à l'appel des signes composant le manuscrit placé sous les yeux du compositeur. Ses fonctions se trouvent ainsi subordonnées à l'habileté de l'ouvrier. Ce n'est pas que M. Gaubert ne pût opérer mécaniquement, par le principe qu'il a adopté et suivi, plusieurs compositions simultanées d'un même manuscrit: il lui suffirait en effet de mettre en relation plusieurs séries de formes et de réceptacles avec une même *composeuse*, mais aujourd'hui nous devons vous entretenir bien moins de ce que l'esprit inventif de M. Gaubert est capable de produire que de ce qu'il a déjà exécuté et soumis à vos commissaires. Revenons donc à la description de sa *composeuse*.

» Pour la faire plus aisément comprendre, bien qu'elle ne forme qu'un seul tout, nous la présenterons à vos esprits comme divisée en trois

parties. Le haut reçoit les réceptacles chargés de caractères; le milieu est occupé par un clavier; la forme, ou le simple composteur, a sa place assignée dans le bas. L'ouvrier compositeur s'asseoit devant la machine comme un organiste devant un orgue; il a le manuscrit devant les yeux; sous ses doigts est un clavier. Les touches en sont aussi nombreuses que les divers éléments typographiques nécessaires à la composition d'une forme. La plus légère pression des doigts suffit pour faire ouvrir une soupape dont l'extrémité inférieure de chaque récipient est munie; à chaque mouvement du doigt un caractère s'échappe, il tombe dans un canal qui le conduit précisément à la place qu'il doit occuper dans la forme; successivement les caractères arrivent et prennent position. Pendant leur chute ils ne sont pas abandonnés à eux-mêmes, ils sont soigneusement préservés contre toutes les chances de perdre la bonne position que la *distribueuse* leur a fidèlement donnée. Chaque caractère, quel que soit son poids, arrive à son rang; les plus lourds ne peuvent pas devancer les plus légers, ils conservent rigoureusement l'ordre dans lequel ils ont été appelés. Un double battement du doigt sur une même touche amène la même lettre deux fois répétée; les mots, les phrases se composent par le mouvement successif des doigts des deux mains comme se jouerait un passage musical qui ne contiendrait pas de notes frappées ensemble; un toucher semblable à l'exécution de gammes ascendantes et descendantes ferait tomber dans la forme les lettres de l'alphabet de *a* en *z* et de *z* en *a*.

» La seule attention imposée au compositeur est de bien lire son manuscrit, de poser les doigts sur les seules touches convenables pour ne pas faire tomber dans la forme une lettre au lieu d'une autre. La machine se charge de déplacer la forme à mesure qu'elle se remplit; c'est elle qui prendra encore le soin de la justification. Vos Commissaires n'ont pas vu exécuter sous leurs yeux cette délicate fonction. L'assurance leur a été formellement donnée que le mécanisme destiné à ce dernier travail était non-seulement conçu mais encore en œuvre d'exécution; malgré les difficultés mécaniques que cette opération présente, vos Commissaires ont foi dans l'esprit inventif de M. Gaubert. La possibilité de ce qui lui reste à faire leur semble garantie par ce qu'il a déjà fait.

» Nous venons d'essayer de vous décrire les fonctions du gérotype; pour compléter ce rapport, nous devrions maintenant discuter ses avantages. Suivant les calculs que son inventeur a placés sous nos yeux, cette machine serait destinée à apporter dans la composition typographique une rapidité et une économie d'une haute importance. Nous ne sommes pas à même de

contrôler les espérances de M. Gaubert, les mécanismes provisoires et d'essai à l'aide desquels la démonstration des principes fondamentaux a été faite ne nous ayant pas permis de reconnaître, par un travail continu et suffisamment prolongé, la limite des avantages que M. Gaubert espère facilement obtenir. Notre réserve dans cette circonstance ne vous surprendra pas, car il s'agit ici de l'avenir d'une machine qui, dans le cas où son emploi serait trop rapidement généralisé, causerait momentanément quelques modifications dans les conditions de travail d'une classe d'ouvriers digne de toute votre sollicitude. Nos conclusions doivent donc se borner aujourd'hui à constater que le difficile problème de la décomposition et de la recomposition des formes d'imprimerie à l'aide d'un triage, d'un emmagasinage et d'un appel mécaniques des types typographiques est très-ingénieusement résolu par M. Gaubert. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Rapport sur un travail de* M. **Francis de Castelnau**, *relatif à la Floride du milieu, et spécialement à l'histoire naturelle de cette contrée.*

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, de Gasparin, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Élie de Beaumont, M. de Gasparin et moi, de l'examen d'un travail de M. Francis de Castelnau, intitulé : *Essai sur la Floride du milieu et sur quelques points de son histoire naturelle.*

» L'auteur du Mémoire, ou plutôt de l'ouvrage manuscrit dont nous avons à rendre compte, s'exprime ainsi au début d'une courte préface, destinée à faire connaître le plan d'un travail d'ensemble sur l'Amérique du Nord :

« Dans un pays de publicité, lorsque, après une longue absence, un voya-
» geur revoit son pays, il semble qu'il doive compte à ses concitoyens des
» résultats de ses recherches, afin que le tribunal de l'opinion publique
» puisse décider avec impartialité s'il a su employer utilement le temps
» qu'il a passé loin de sa mère-patrie. »

» Tel est le sentiment qui a porté M. de Castelnau, peu de mois après son retour en France, et au moment où il se prépare à une autre et plus importante exploration, à insérer dans la *Bibliothèque des Voyages* un extrait étendu de son *journal*, à commencer sur diverses questions géné-

rales un ouvrage dont six livraisons ont déjà vu le jour, et à soumettre à l'Académie, sur l'une des régions présentement les moins connues des Etats-Unis, le travail qui fait le sujet de ce rapport.

» On sait que la Floride est l'une des parties du continent américain dont la découverte est la plus ancienne. Dix-neuf années seulement séparent le jour où Christophe Colomb arriva en vue de San-Salvador (11 octobre 1492), et celui où Jean Ponce de Léon, aussi à la tête d'une expédition espagnole, aborda en Floride (4 avril 1512). Cette contrée, ainsi nommée parce que le jour de sa découverte était le dimanche des Rameaux ou de *Pâques fleuries*, devint bientôt le siége d'un établissement important. Saint-Augustin, longtemps capitale des Florides, mais aujourd'hui reléguée au second rang, est l'une des plus anciennes villes fondées par les Européens sur le sol du Nouveau-Monde.

» Si la conquête et le commerce, si la science qui s'empresse à leur suite partout où elle ne les a pas devancés, eussent suivi les voies tracées par les premiers explorateurs de l'Amérique, la connaissance de la Floride devrait, depuis longtemps, laisser peu à désirer. Mais les efforts et les travaux des Européens prirent bientôt une autre direction. Par une sorte d'anomalie fort singulière en apparence, mais dont l'explication, au moins partielle, est peu difficile, la Floride, dont la découverte remonte à l'époque de Colomb, et qui fut un instant l'un des centres principaux de la puissance espagnole dans le Nouveau-Monde, reste aujourd'hui, entre tous les pays qui dépendent des États-Unis, l'un des moins avancés dans la vie politique, et celui de tous peut-être dont l'exploration promet à la science le plus de faits et d'éléments nouveaux. Tandis que des contrées encore inconnues à une époque assez rapprochée de nous, telles que le Michigan et le Missouri, font partie de l'Union américaine à titre d'*États*, c'est-à-dire de membres libres et souverains comme leurs frères aînés dont ils sont les égaux, la Floride n'est encore qu'un simple *territoire*, c'est-à-dire une colonie vivant dans la dépendance, ou plus exactement sous la tutelle, d'ailleurs si éclairée et si habilement protectrice, du gouvernement de Washington. Et même une grande partie de ce *territoire* reste encore couverte de forêts vierges, dont les habitants, aussi sauvages qu'au temps de Ponce de Léon, semblent n'avoir acquis, par le contact des blancs, qu'un seul sentiment : la haine de la race étrangère qui les presse de toute part, et à laquelle ils disputent pas à pas le sol de leurs ancêtres.

» On ne s'étonnera donc pas que sur les cinq années que M. de Castelnau a passées dans les États-Unis, le Texas et le Canada, ce voyageur ait cru

devoir consacrer près d'une année entière à l'exploration de la Floride. Les ouvrages dont cette contrée a été le sujet sont en petit nombre, et dans presque tous l'histoire naturelle tient fort peu de place : le plus souvent même, elle est restée entièrement en dehors du cadre des auteurs. Ainsi la guerre des Américains contre les sauvages de la Floride, en particulier contre les Séminoles, a eu, depuis six ans, plusieurs historiens dont les ouvrages, plus ou moins intéressants pour la géographie, sont nécessairement, et par leur objet même, de nulle valeur pour l'histoire naturelle. D'autres ouvrages, tels que celui de M. Forbes, et de même celui qu'a publié il y a peu d'années M. Williams, décrivent le pays et en donnent l'histoire; mais, aussi bien que les précédents, ils laissent de côté les productions naturelles. Il en est à peu près de même d'une Notice que M. David a récemment insérée dans le *Bulletin de la Société de Géographie*. Un autre de nos compatriotes, dont le nom appartient doublement à l'Institut, et comme l'un de ses plus anciens membres, et par la part qu'il a prise à sa fondation, M. Lakanal, a recueilli, pendant le long séjour qu'il a fait à Mobile, précisément sur les confins de la Floride, de nombreux documents sur cette contrée; mais les travaux importants de notre vénérable confrère n'ont point encore vu le jour. Jusqu'à présent, Bartram, dont le *Voyage dans le sud de l'Amérique septentrionale* a paru vers la fin du siècle dernier, reste donc à peu près le seul qui ait cherché à faire connaître la Floride d'une manière complète, et surtout en ce qui concerne les productions naturelles.

» La Floride est présentement divisée en quatre régions ou districts judiciaires : la Floride de l'est, celle de l'ouest, celle du sud, et la Floride du milieu, ou Floride centrale. Cette dernière, c'est-à-dire la région comprise entre la Géorgie, le golfe du Mexique, et deux rivières, l'Apalachicola et la Suwanée, est celle que M. de Castelnau a explorée avec le plus de soin, et qui fait le sujet spécial de son Mémoire.

» L'auteur, dans une introduction ou premier chapitre, donne la description géographique du pays. Nous nous étendrons peu sur ce premier chapitre. Il est rédigé en grande partie d'après les cartes et d'après des documents officiels; et, de quelque utilité qu'il puisse être à ceux qui visiteront la Floride du milieu après M. de Castelnau, il n'y a pas lieu de nous arrêter longtemps sur lui. Disons toutefois que l'auteur a rectifié, d'après ses propres observations, plusieurs erreurs commises par ses devanciers, et que les Américains lui doivent plusieurs faits nouveaux et importants sur la géographie de leur propre pays. C'est ainsi que M. de Castelnau paraît être le premier observateur qui soit remonté jusqu'à la source de la rivière

de Wakulla; source qui, comparable à celle de Vaucluse, si célèbre dans le midi de la France, mais bien plus remarquable encore par la largeur et la profondeur de son lit et par l'abondance de ses eaux, est déjà elle-même une rivière navigable.

» Nous citerons encore, dans ce premier chapitre, les détails fort curieux que donne l'auteur sur les variations de niveau qu'ont subies et que subissent certains lacs du comté de Léon, et sur la rivière d'Apalachicola. En lisant la description que l'auteur fait des bords de cette rivière, on est vivement frappé du contraste d'une nature encore sauvage et primitive avec des scènes et des tableaux qui n'appartiennent qu'à la civilisation la plus avancée. Sur l'Apalachicola trente bateaux à vapeur naviguent au milieu des forêts vierges habitées par les Chattahoutchés; et le canot d'écorce du sauvage, obligé de fuir devant le *steamer*, devient ici l'emblème de la barbarie disparaissant partout devant la civilisation et l'industrie de l'Europe.

» Dans le second chapitre de son travail, M. de Castelnau traite de la température et du climat de la Floride.

» Nous donnerons seulement un court résumé de la partie de ce chapitre qui est relative à la température. Les résultats généraux que donne l'auteur sont, comme il a soin de le faire remarquer, non pas déduits de ses propres observations, quoiqu'il en ait fait quelques-unes, mais empruntés à un rapport officiel soumis au Congrès en mars 1838. D'après ce document, la température moyenne aurait été, dans l'île de Key-West, pour l'année 1836, de 24°,5 centigrades environ. Pendant les mois de juillet et d'août, la température s'est élevée, en moyenne, à 28 degrés, et le *maximum*, qui a eu lieu en août, a été 32°. En décembre et en février, la moyenne a dépassé 21 degrés, et en janvier elle s'est tenue entre 20 et 21. La plus basse température que l'on ait observée, et c'était en janvier, est 6°,7.

» Tels ont été, en 1836, d'après les observations de Key-West, les moyennes et les extrêmes de température. On ne doit d'ailleurs pas considérer le nombre qui exprime la moyenne de l'année 1836 comme exprimant aussi la moyenne pour une période plus longue, par exemple, pour la période biennale comprenant les années 1835 et 1836. En 1835, année néfaste pour les planteurs de la Floride, non-seulement le thermomètre est descendu à zéro; mais il a été plus bas encore, puisque les orangers, qui font l'une des richesses du pays, ont été gelés et détruits. En 1829, le thermomètre est descendu à 0°; en 1828, à — 2°,8. Ces faits, antérieurs au séjour de M. de Castelnau en Amérique, sont empruntés par lui à divers documents; mais l'auteur rapporte, d'après ses propres observations, qu'il

a gelé durant une nuit de décembre, bien que M. de Castelnau ait toujours vu, dans le cours de ce mois, le thermomètre se soutenir le jour au-dessus de 10 degrés.

» L'auteur présente aussi des remarques sur la fréquence des pluies et sur la quantité d'eau qui tombe annuellement sur divers points de la Floride. D'après les observations udométriques faites à Key-West, et qui ont été continuées durant plusieurs années par des officiers de l'armée, il tombe sur ce point, en moyenne, un peu plus de 35 pouces anglais d'eau par an. Les mois de mai et de juin sont ceux durant lesquels il tombe le plus d'eau; les quatre premiers et les deux derniers mois de l'année sont les plus secs.

» Les météorologues trouveront encore dans le Mémoire lui-même d'autres éléments pour une appréciation plus précise et plus complète de la température et du climat de la Floride. Les faits que nous avons cités, suffisent pour que l'on s'en fasse une idée, et que l'on conçoive pourquoi, chaque hiver, la Floride devient le refuge d'un grand nombre de malades des États du Nord. Les phthisiques surtout viennent fréquemment s'établir à Saint-Augustin, dans la Floride de l'est, à Pensacola, dans la Floride de l'ouest, et dans quelques autres localités.

» Les deux villes que nous venons de nommer méritent-elles en toute saison la réputation de salubrité dont elles jouissent? M. de Castelnau ne tranche pas cette question, dont la solution revient de droit aux médecins du pays. Mais, en laissant de côté ces localités qui n'appartiennent point à la Floride centrale, il n'hésite pas à se prononcer contre la salubrité de celle-ci. Les preuves sur lesquelles il s'appuie, et qui sont déduites de documents authentiques, ne paraissent que trop concluantes. D'après les rapports officiels du chirurgien en chef de l'armée et de plusieurs autres médecins, la mortalité a été, dans l'armée, en 1836, de 11,4 pour 100; en 1837, de 6,9; en 1838 et 1839, de 4,7. Il est à remarquer que la mortalité a été, en 1836 et en 1837, proportionnellement beaucoup plus grande parmi les officiers; elle est exprimée, en effet, pour eux par les nombres 13,3 et 11,6, au lieu de 11,4 et 6,9, qui, comme il vient d'être dit, représentent la mortalité pour toute l'armée sans distinction de grades.

« Si l'on compare, ajoute M. de Castelnau, la mortalité entre le sud » des Etats-Unis et les États du nord, en prenant la latitude de Washington » pour limites, on trouvera que la moyenne de la mortalité est, dans le » sud, de 5,3; dans le nord, de 2,8, et dans la Floride en particulier de 6,1 » pour 100. Il faut remarquer que cette proportion est énorme, celle de

» l'armée anglaise n'étant, à Ceylan, que de 4,8, à l'Ile de France de 3,5,
» au cap de Bonne-Espérance de 1,8, à Bombay de 3,8, à Madras de 5,2, et
» à la Nouvelle-Hollande de 1,4. »

» C'est durant la seconde moitié de l'année, le mois de décembre excepté, que sévissent les phlegmasies et fièvres endémiques, dites bilieuses, causes de cette effroyable mortalité. Selon l'auteur, l'insalubrité du climat, loin de diminuer, tendrait sans cesse à s'accroître, par suite du système vicieux que l'on emploie pour le défrichement des terres; système qui consiste simplement à enlever une zone d'écorce sur le tronc de chaque arbre, et à l'abandonner ensuite à lui-même jusqu'à ce qu'il périsse et tombe. L'effet d'un tel système est nécessairement d'accumuler et de laisser en décomposition sur un sol humide une masse considérable de débris végétaux.

» Ces maladies endémiques, dont le retour est annuel, ne sont pas le seul fléau qui afflige la Floride. La fièvre jaune fait de fréquentes invasions sur ses côtes. En 1821, Saint-Augustin; en 1822 et en 1839, Pensacola; en 1824 et en 1839, Key-West où l'épidémie sévit surtout avec une horrible intensité; en 1841, presque toute la Floride du milieu et la Floride de l'ouest, furent ravagées par ce terrible fléau.

» M. de Castelnau donne, dans son travail, toujours d'après des documents authentiques, des tableaux destinés à faire connaître la nature des affections que l'on observe habituellement en Floride. Bien que nous n'attachions qu'une médiocre importance à des statistiques nosologiques qui reposent trop souvent sur des déterminations peu rigoureuses et sur un mode fort arbitraire de classification, les médecins pourront déduire quelques notions utiles de la comparaison qu'ils feront de ces tableaux avec les nombreux documents plus ou moins analogues déjà existant dans la science pour d'autres contrées.

» Nous arriverions maintenant au chapitre fort étendu que M. de Castelnau a consacré à l'anthropologie; et celui-ci, s'il nous était permis de nous étendre sur lui, pourrait donner lieu à des considérations intéressantes. La Floride, comme plusieurs autres contrées des deux Amériques, est peuplée par trois races d'hommes, aussi différentes par leurs caractères physiques que par leur origine. Là, près de l'Indien à peau rouge, antique possesseur du sol, est venu s'établir l'homme blanc, important avec lui les arts et l'industrie de l'Europe, et traînant à sa suite le nègre d'Afrique.

» Les questions anthropologiques qui naissent du rapprochement de trois races aussi différentes, sont du plus haut intérêt. Quels sont les caractères anatomiques et physiologiques, quels sont le naturel et les mœurs

des variétés de la race rouge qui peuplent la Floride? Quels métis naissent du croisement de ces races, et quels sont leurs caractères? Quelles modifications organiques ont subies, depuis leur transport ou leur établissement volontaire en Floride, les nègres, et les hommes de race caucasique, issus les uns du sang espagnol, les autres du sang anglais? A quel degré de civilisation sont parvenues l'une et l'autre race? Quel avenir semble devoir leur être réservé? Telles sont les principales questions anthropologiques qui se présentent immédiatement à l'esprit d'un observateur, arrivant dans une telle région.

» M. de Castelnau a cherché à résoudre une partie de ces questions. Disons ici qu'il obéissait, indépendamment de l'intérêt qu'un zoologiste distingué devait y attacher par lui-même, à la recommandation pressante de notre savant et regretté confrère, M. William Edwards, auquel l'anthropologie est si redevable et pour ce qu'il a fait et pour ce qu'il a fait faire pour elle dans les dernières années de sa trop courte vie. La Note très-détaillée que M. Edwards a adressée en Amérique à M. de Castelnau, a été un guide qu'il n'a cessé de consulter utilement et pour lui-même et pour la science.

» Les résultats auxquels est parvenu M. de Castelnau sont d'ailleurs, nous devons le dire, presque tous relatifs à l'histoire morale et politique de l'homme, et plutôt du ressort d'une autre Académie que de celle à laquelle nous avons présentement l'honneur de nous adresser. La liaison qui existe entre les diverses branches de l'anthropologie, est d'ailleurs, selon nous du moins, trop intime; il est trop manifestement impossible d'étudier physiologiquement l'homme physique sans étudier philosophiquement l'homme moral, pour que nous eussions cru devoir renoncer à l'analyse de cette partie de l'ouvrage de M. de Castelnau, si un autre motif ne nous le prescrivait plus impérieusement. Le travail tout entier de ce voyageur sur l'anthropologie, et même avec plus de développements qu'il n'en a été donné dans l'*Essai sur la Floride*, vient d'être publié, et ne peut plus avoir aujourd'hui d'autre juge que le public.

» Nous ne croyons pas sortir de notre sujet en remarquant ici combien ont été remarquables les progrès de l'anthropologie depuis quelques années, et surtout quels progrès bien plus grands encore il nous est permis d'espérer dans un avenir prochain. Dans un Mémoire lu il y a quelques années à l'Académie sur l'état de cette science (1), l'un de nous signalait

(1) Voyez les *Comptes rendus*, T. IV, p. 662.

comme les premiers pas à faire, comme les progrès qui devaient précéder et amener tous les autres, d'une part, la création de musées dignes de l'importance de la science; de l'autre, la création pour l'anthropologie de procédés et de méthodes qui pussent enfin donner à ses explorations une rigueur, à ses résultats une certitude et une précision vraiment scientifiques. Ce double vœu a été réalisé beaucoup plus tôt qu'on n'eût osé l'espérer; l'un par le développement et l'importance que tendent à prendre de plus en plus, grâce à une habile et savante impulsion, les principales collections anthropologiques; l'autre par trois découvertes ou applications faites presque simultanément, et dont le concours doit ouvrir une ère nouvelle pour l'histoire naturelle de l'homme : le daguerréotype, qui fixe et grave, avec une précision toute géométrique, les contours généraux et les traits du visage ; le céphalomètre de M. le docteur Antelme, qui mesure et décrit, par un procédé presque aussi précis, les dimensions et les formes du crâne, et permet de déterminer, aussi approximativement qu'on le veut, les dimensions moyennes et la forme typique de la tête d'un peuple, d'un sexe, d'un âge; enfin le perfectionnement et l'heureuse application à l'anthropologie des procédés du moulage, par lesquels l'ensemble même de la tête, des membres, du corps même, est conservé et mis sous nos yeux.

» M. de Castelnau, privé de ces trois précieux moyens d'étude, tous inventés ou appliqués pour la première fois avec un entier succès pendant son absence, a du moins fait ce qui était en son pouvoir. Outre les faits, les observations et les remarques contenues dans son Mémoire, l'envoi de plusieurs crânes et les dessins assez nombreux que M. de Castelnau a faits lui-même, attestent son zèle pour l'anthropologie, et sont autant de gages de ce qu'il fera pour elle, aidé des nouvelles ressources de la science, dans le grand voyage auquel il se prépare.

» Il nous reste à rendre compte à l'Académie du chapitre dans lequel l'auteur passe en revue les principales productions naturelles de la Floride. Le coton, dont plusieurs variétés sont cultivées dans toutes les parties déjà défrichées de la Floride; le coton nankin en particulier, dont le coton blanc, lorsqu'il subit à un certain degré l'action du froid, emprunte parfois la couleur; la canne à sucre, dont la culture, quoique très-répandue aussi, ne vient qu'en seconde ligne; le maïs, le tabac, la patate, l'oranger, quelques autres végétaux cultivés; les principaux arbres de la Floride, et spécialement le cocotier, qui existe en abondance sur la côte méridionale de la Floride: tels sont les sujets de remarques plus ou moins intéressantes et en partie nouvelles, dont il nous est malheureusement impossible

de donner ici l'analyse. Toute cette partie du travail de M. de Castelnau, quelque étendue qu'elle soit, n'est elle-même, en effet, qu'un résumé, qui ne peut guère être abrégé, soit des observations qu'il a faites par lui-même, soit des renseignements qu'il a recueillis.

» La même raison nous oblige à passer fort rapidement sur la partie zoologique du travail, bien que l'auteur, zoologiste distingué, ait nécessairement traité cette partie avec prédilection.

» Un sujet fort intéressant, fort nouveau encore, bien que traité avec talent par M. Roulin, et sur lequel nous espérions trouver d'utiles notions dans le Mémoire de M. de Castelnau, c'est l'histoire des animaux domestiques redevenus sauvages, et des modifications par lesquelles leurs caractères organiques comme leur naturel se sont rapprochés du type primitif. M. de Castelnau a compris tout l'intérêt d'une question qui appartient autant à la philosophie naturelle qu'à la zoologie proprement dite. Mais ses efforts ont été inutiles. Il reste à peine aujourd'hui quelques débris de ces troupes de chevaux marrons qui peuplaient autrefois les parties marécageuses de la Floride. Il arrivait fréquemment que des chevaux domestiques prissent la fuite, et allassent rejoindre dans les bois une troupe sauvage que désormais ils ne quittaient plus. Pour couper court à ces émigrations, les Indiens se sont décidés à faire aux chevaux sauvages une guerre d'extermination, et il est même douteux que quelques débris aient échappé au massacre général.

» Le cheval domestique de la Floride, l'*Indian poney*, ainsi qu'on le nomme, est issu, comme l'étaient les chevaux sauvages, de la race espagnole; mais il n'en offre plus que très-imparfaitement les caractères. M. de Castelnau, après en avoir donné une courte description, après en avoir dépeint le naturel ardent et sauvage, signale comme son trait le plus remarquable l'étonnante sûreté avec laquelle ce cheval sait se guider et retrouver sa voie au milieu des bois. Le prix des chevaux varie, à Tallahassée, de 50 à 120 dollars.

» Les bœufs, qui sont à demi sauvages, les chiens, les cochons, ces deux dernières espèces surtout, réussissent très-bien en Floride. Les moutons sont relativement en petit nombre, et paraissent s'accommoder mal du climat. Leur chair est mauvaise, ou du moins réputée telle. Le fermier américain préfère de beaucoup, à toutes les autres viandes, la chair du cochon et celle de divers animaux sauvages, notamment des grandes espèces d'écureuils que possède l'Amérique du Nord.

» Parmi les carnassiers sauvages, l'auteur cite, comme les plus communs,

divers *felis* de petite taille et le raton. L'ours noir, le couguar, qui est connu des Américains sous le nom de *panthère*, ne sont pas rares non plus. M. de Castelnau s'accorde avec les voyageurs les plus dignes de foi, pour nous représenter ce dernier carnassier, malgré sa grande taille et la puissance de ses armes, comme très-craintif et comme fort peu redoutable pour l'homme, dont la seule approche le met le plus souvent en fuite.

» M. de Castelnau donne des détails intéressants sur le caïman de Floride, dont quelques zoologistes font une espèce distincte, mais qui, d'après MM. Duméril et Bibron, n'est autre que l'*Alligator lucius*, espèce répandue dans la plus grande partie de l'Amérique septentrionale. L'auteur s'étend sur les mœurs de ce redoutable reptile; il insiste particulièrement sur quelques faits relatifs à la reproduction, faits déjà indiqués par Bartram, mais que plusieurs auteurs avaient rejetés comme fabuleux. M. de Castelnau a vu lui-même les œufs des caïmans entassés ou mieux disposés régulièrement par étages. Chaque couche d'œufs est séparée de celle qui lui est supérieure et de celle qui la supporte, par un lit d'herbes et d'argile. Une épaisse couche de terre recouvre l'ensemble de cette construction singulière, de forme conique, et dont la hauteur s'élève à un mètre et au delà.

» Les détails que donne l'auteur sur les oiseaux, sur les poissons, sur quelques insectes, ne sont pas susceptibles d'analyse, et nous ne pourrions rapporter ici, sans abuser des moments de l'Académie, des faits qui intéressent surtout la zoologie spéciale. Disons seulement que les circonstances au milieu desquelles ces résultats ont été obtenus, les rendent doublement précieux et honorables pour leur auteur. Bravant en même temps tous les genres de danger, l'auteur n'a pas craint de pénétrer, au moment de la lutte sanglante des Américains contre les Séminoles, dans des parties de la Floride occupées par ce peuple sauvage; et parfois il a su mettre à profit les événements eux-mêmes de la guerre, pour visiter des lieux jusqu'alors inaccessibles aux Européens.

» Ce qui précède nous semble suffisant pour que l'Académie puisse se faire une idée exacte de la nature, de l'étendue et de l'intérêt du travail présenté par M. de Castelnau. Ce travail, comme on a pu s'en convaincre, n'est point un Mémoire dans le sens spécial que l'on donne à ce mot; il ne renferme point l'exposé de faits, d'observations, d'expériences que votre Commission ait pu revoir, répéter et discuter, et dont elle puisse déclarer les conséquences définitivement établies par une démonstration rigoureuse. Les observations de M. de Castelnau, auxquelles son sa-

voir et son amour consciencieux de la science servent d'ailleurs de garanties, ne pourraient être répétées que sur les lieux mêmes : et quant aux documents que l'auteur a insérés dans son Mémoire, ou dont il donne des extraits, on ne peut que dire qu'ils sont puisés aux meilleures sources.

» Vos Commissaires ont donc été privés, par la nature du travail de M. de Castelnau, de faire des vérifications de détail qui, en d'autres circonstances, eussent été dans leurs devoirs; mais, en s'attachant, comme ils le doivent, à l'ensemble du travail, ils n'hésitent pas à déclarer que le voyage de M. de Castelnau en Floride ajoute utilement à ce que l'on savait en Europe sur cette contrée aussi remarquable que peu connue.

» La Commission pense, en conséquence, que M. de Castelnau, dont les Mémoires entomologiques ont reçu de l'Académie, il y a plusieurs années, d'honorables encouragements, s'en est rendu digne de nouveau, et dans un ordre plus élevé de recherches, par le travail dont nous venons de rendre compte. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Nasmyth**, *intitulé :* Recherches microscopiques sur la structure celluleuse des dents et de leur bulbe.

(Commissaires, MM. Dutrochet, Flourens, Serres rapporteur.)

« L'anatomie a principalement pour objet de faire connaître la forme et la structure intime dont se composent les organismes de l'homme et des animaux. De ces deux parties également intéressantes pour les sciences zoologiques et physiologiques, la première est très-avancée et marche avec des principes éprouvés vers sa perfection ; la seconde, dépourvue au contraire de principes arrêtés, est comparativement très-arriérée, bien que, depuis trois siècles, ce soit celle qui ait le plus occupé les grands anatomistes.

» Cette différence a sa cause : tandis, en effet, que chez les animaux adultes, la forme des organes nous est invariablement donnée par la nature, leur structure nous est au contraire totalement dérobée, par l'action même des forces qui ont concouru à leur développement; d'où il suit, que si l'observation est suffisante pour éclairer la Morphologie, les expériences jointes à l'observation sont indispensables pour dévoiler la structure. Or c'est précisément cette intervention nécessaire de l'expérimenta-

tion en anatomie qui a produit le vague et l'incertitude dans les résultats relatifs à la composition intime des organismes, car il est arrivé que cette composition a été trouvée différente selon la diversité des procédés employés à sa recherche; ce que l'un donnait comme positif semblait détruit par un autre: la discussion si célèbre à ce sujet de Malpighi et de Rhuysch peut donner une idée des difficultés graves qui environnent cette partie de nos études. De là les discussions qui se prolongent dans la science; de là le doute philosophique dans lequel se renferment les plus sages d'entre les physiologistes.

» Ce doute a particulièrement atteint les recherches microscopiques dont la structure des parties fut l'objet dans le XVIIe siècle. La science était si peu préparée à recevoir les faits que firent connaître Malpighi et Leeuwenhoeck, qu'on ne se borna pas à les nier et à les rejeter, mais que le procédé même fut presque entièrement abandonné; cet abandon caractérise en effet les études anatomiques du siècle dernier.

» La reprise du procédé microscopique, en anatomie, est au contraire un des traits distinctifs de notre époque, et ce qui doit rassurer sur l'avenir de ce procédé, ce qui montre sa valeur et son utilité, c'est, qu'à peu de choses près, nous retrouvons dans la composition microscopique des organismes ce que les anatomistes du XVIIe siècle y ont déjà découvert.

» Ces réflexions nous ont paru nécessaires avant d'entrer dans l'examen d'un travail de M. Nasmyth, membre du collége des chirurgiens de Londres, relatif à la structure microscopique du système dentaire.

» Ce travail, renvoyé à une Commission composée de MM. Dutrochet, Flourens et moi, consiste, d'une part, en trente préparations étendues sur des plaques de verre, et parfaitement disposées pour être étudiées sous le microscope; et, d'autre part, en un Mémoire manuscrit de 25 pages, accompagné d'une planche de figures. C'est le résultat de notre examen que nous venons aujourd'hui soumettre à l'Académie, en laissant de côté la question de priorité qui s'est élevée sur quelques points entre M. Nasmyth et M. Richard Owen, et qui n'est pas de notre ressort.

» Les dents sont, comme on le sait, les parties les plus dures de celles qui entrent dans la composition des animaux. Cette dureté, elles la doivent en premier lieu à la substance osseuse et éburnée qui en constitue la base; et, en second lieu, à une couche d'émail que certains anatomistes ont comparée au diamant pour la résistance, et qui est limitée à la partie des dents qui fait saillie en dehors des maxillaires.

» Ces deux parties composantes des dents, l'émail et l'ivoire, n'ont été

l'objet d'aucun doute, d'aucune contestation parmi les anatomistes, par la raison qu'elles sont parfaitement délimitées, et que chacune d'elles a des caractères physiques et chimiques qui les différencient et les distinguent. Mais quand on a cherché à pénétrer dans leur structure intime, quand on a voulu se rendre compte de leur composition microscopique et de leur développement, les opinions se sont alors partagées, et nulle, jusqu'à ce jour, n'a offert cet ensemble de preuves qui portent la conviction dans tous les esprits.

» En ce qui concerne, en effet, l'étude microscopique des dents, les uns ont considéré ces corps comme un composé de fibres solides diversement arrangées, selon qu'on les examine dans une dent simple ou composée. Les autres ont pensé que ces fibres étaient creuses, tubulées, qu'elles formaient des espèces de canalicules remplis, soit de matière calcaire, soit du fluide sanguin, soit même d'un liquide incolore. Et tous les anatomistes, à l'exception peut-être de Malpighi (1), ont donné comme caractère spécifique du tissu dentaire l'absence des aréoles qui dénotent dans les autres organismes la présence du tissu cellulaire. Or voici deux anatomistes, MM. Nasmyth et Richard Owen, qui avancent au contraire que l'aréolité est le caractère primordial et fondamental des dents, et qui admettent cette disposition celluleuse tant dans l'émail que dans l'ivoire.

» Si au point de vue anatomique cette question paraît d'abord de peu d'importance, sa solution offre néanmoins pour la physiologie un si haut intérêt qu'avant de se prononcer votre Commission a cru devoir non-seulement examiner avec soin les préparations qui lui étaient soumises, mais qu'elle a cru devoir aussi en faire elle-même, afin de s'assurer qu'il n'y avait rien d'artificiel dans leur production, et que ce qu'on lui montrait n'était pas l'effet d'une illusion microscopique. C'est dans le même but également que nous avons fait exécuter deux planches de dessins que nous mettons sous les yeux de l'Académie, car les faits que dévoile le microscope sont de ceux qu'on ne saurait trop reproduire. Cela posé, nous entrons dans le fond de la discussion.

» Et d'abord le tissu dentaire, l'ivoire et l'émail, examinés au microscope, offrent-ils une disposition aréolaire et celluleuse?

---

(1) Hæ fibræ (longitudinales) intersecantur aliis quasi lineis brevibus pilis contextis, quæ eleganti ordine horizontaliter ductæ describi nequeunt.

(Opera posth., pag 53.)

» Pour établir ce point si délicat et si difficile de la structure des dents, M. Nasmyth a soumis à notre examen les préparations portant les numéros 1, 2, 3, 4, et provenant, les deux premières du Megaliothis et du Lamna fossiles, les deux dernières du cachalot et de l'élan.

» Sur ces préparations et sous un grossissement de deux à quatre cents diamètres, on distingue entre les fibres dont l'ivoire se compose, des aréoles nombreuses à parois distinctes représentant assez exactement la disposition que l'on nomme celluleuse dans les autres organismes. L'arrangement de ces aréoles paraît différent dans chacune d'elles, ce qui prouve qu'il n'y a rien d'illusoire dans leur manifestation, et que le microscope transmet bien exactement ce qui existe chez ces divers animaux.

» Nous dirons cependant, pour la direction de ceux qui voudraient vérifier ce fait, que, de quelque manière que nous ayons varié l'éclairage, jamais nous ne sommes parvenus à distinguer les contours des aréoles d'une manière aussi tranchée qu'ils sont dessinés dans les figures 1 et 2 du Mémoire, et qui ont servi de type à l'auteur pour comparer cette disposition au tissu cellulaire des autres organismes.

» Ce fait capital du travail de M. Nasmyth est celui dont la vérification a dû le plus occuper votre Commission, à cause, d'une part, de son importance en lui-même, et parce que, de l'autre, il est en opposition avec ce qu'ont observé les derniers anatomistes qui se sont occupés de la structure microscopique des dents. On lit, en effet, dans la Dissertation de M. le docteur Frænkel, écrite sous la direction de son maître M. Purkinje, le passage qui suit :

« Inter singulas fibras arctissimum spatium deteximus, repletum sub-
» stantia nullam certam structuram præbente, quam igitur fundamentalem
» substantiæ dentalis partem habere possumus (1). »

» C'est donc cette partie fondamentale du tissu dentaire supposé amorphe par ces habiles anatomistes, et adopté comme tel par MM. Retzius et Müller, auquel M. Nasmyth a reconnu la disposition aréolaire ou celluleuse.

» Si le tissu interfibreux ou intertubuleux comme le nomme M. Retzius, est organisé et celluleux, on conçoit que la disposition des cellules pourra devenir un caractère distinctif, soit pour les diverses espèces de dents,

---

(1) M. Frænkel, *Dissertatio inauguralis*, de pessitori dentium humanorum structura observationes, page XI.

soit pour les différences qu'elles présentent chez les vertébrés. Or ce nouveau caractère, de peu de valeur pour les animaux vivants, en aura beaucoup dans certaines circonstances pour les animaux fossiles à l'étude desquels M. Nasmyth se propose de l'appliquer aussitôt que la réalité du caractère sera reconnue des anatomistes.

» Après avoir établi la disposition aréolaire ou celluleuse du *tissu interfibreux* de l'ivoire, M. Nasmyth s'occupe de la nature même des fibres qui les composent: sont-elles creuses ou solides? ou, en d'autres termes, les dents sont-elles constituées par des faisceaux de fibres ou de canalicules? Cette question, longtemps débattue, n'est pas encore définitivement résolue.

» Malpighi, se fondant particulièrement sur la disposition des dents des poissons, les crut simplement fibreuses (1). Leeuwenhoeck, dont les observations à ce sujet sont beaucoup plus précises que celles de Malpighi, les déclara creuses, tubulées ou canaliculées, et il arriva à leur reconnaître ce caractère par des préparations faites à sec sur les dents humaines (2).

» Cl. Havers, Reichel et Howssp, qui se servirent si habilement du microscope, furent de l'avis de Leeuwenhoeck, tandis que Hérissant, Hebenstreit, Albinus, Sœmmering, Scarpa, Bichat et Meckel, qui se privèrent de ce moyen d'investigation, se prononcèrent en faveur de l'opinion de Malpighi. Le fait de la canaliculation du tissu dentaire était donc douteux lorsque M. Purkinje et surtout M. Retzius, en firent le sujet de nouvelles observations microscopiques. Ce dernier, M. Retzius, les remarqua particulièrement après avoir plongé les préparations dans l'huile de térébenthine, afin d'augmenter leur transparence; M. Müller confirma les observations de M. Retzius, et il vit ainsi que M. Purkinje, l'encre s'élever dans l'intérieur des tubes des dents de cheval, et s'injecter en noir par l'action de leur capillarité. M. Dujardin, dans le dernier ouvrage qu'il vient de publier, admet également les canalicules dentaires (3). Votre rapporteur, en répétant les expériences de M. Retzius, a vu sur plusieurs préparations une série de globules sanguins correspondant au débouchement des canalicules dans la cavité dentaire.

---

(1) Interior ossea est, et obscuram habet compositionem quæ in piscibus tamen evidentior fibrosa est. (Op. posth., pag. 51.)

(2) Leeuwenhoeck, de form. dent. elephantini, suilli et hominis.

(3) *Nouveau Manuel complet de l'observateur au microscope*, par M. F. Dujardin; 1842.

» On conçoit, d'après ce commun accord des anatomistes qui ont fait des observations si délicates et si variées pour confirmer un fait, l'attention que vos Commissaires ont dû porter à l'examen des préparations portant les numéros 5, 6, 7 et 8, par lesquelles M. Nasmyth croit pouvoir le détruire.

» Ces préparations sont prises; le nº 5, sur une dent de papion :

» Le nº 6, sur celle d'un cynocéphale; les nºs 7 et 8 appartiennent à des dents de galéopithèque et du dasyure cynocéphale.

» Elles montrent au microscope, et sous un grossissement de trois cents à six cents diamètres, des lambeaux de fibres dentaires, quelquefois des fibres continues dans l'épaisseur desquelles on distingue des vacuoles de formes différentes, ce qui leur a valu le nom de fibres multiloculaires par lequel M. Nasmyth les désigne.

» Mais cette forme élémentaire globuleuse des fibres de l'ivoire ne détruit pas l'existence des canalicules, car, dans l'opinion de tous les anatomistes qui les admettent, ces canalicules ont des parois; or c'est à ces parois uniquement que peuvent se rapporter les observations précédentes.

» Pour peu en effet que l'on ait l'habitude des préparations fines en anatomie, on reconnaît que, par leur finesse même, celles-ci ont dépassé le but en détruisant par le polissage la plus grande partie de l'épaisseur de la fibre ou du canalicule. La comparaison des figures 2 et 3, qui reproduisent ces préparations de M. Nasmyth, avec la figure 4 du Mémoire de Leeuwenhoeck, d'après laquelle les canalicules ont été admis, justifie l'assertion que nous venons d'émettre, et nous permet d'avancer que ces préparations n'infirment en rien les belles observations d'après lesquelles les anatomistes que nous venons de citer ont admis des canalicules dans la substance composant l'ivoire des dents.

» Si, selon nous, M. Nasmyth s'est abusé sur la portée des préparations qui précèdent, il n'en est pas de même de celles destinées à montrer la cellulosité de l'émail. Les préparations 9 et 10 sont si bien faites, elles représentent si nettement et sous tous les grossissements du microscope les aréolités de l'émail, soit sur une coupe horizontale, soit sur une section verticale, que l'on peut affirmer que l'observation perdue d'Eustachi est enfin retrouvée. Eustachi, en effet, dès le XVIᵉ siècle, avait vu que l'émail affecte une forme celluleuse, qu'il compare aux aréoles d'un rayon de miel (1).

---

(1) *Cellulosité de l'émail.* — D'après Eustachi, « le *corps* ou la couronne de la dent » se forme avant sa base nommée improprement racine. Il commence même à se for-

Or, comme on ne voyait pas comment, avant la découverte du microscope, cet anatomiste si justement célèbre avait pu faire une observation si délicate, l'observation avait été perdue pour la science. M. Purkinje, d'une part, et M. Müller de l'autre, avaient bien reconnu, dans ces derniers temps, à l'émail une forme élémentaire prismatique; mais la disposition celluleuse qu'ont retrouvée MM. Nasmyth et Richard Owen, sans connaître l'observation d'Eustachi, leur avait complétement échappé.

» Après avoir établi la disposition celluleuse de l'ivoire et de l'émail, M. Nasmyth passe à l'étude microscopique des bulbes dentaires, sur lesquels nous devons arrêter un instant l'attention de l'Académie.

» Avant Eustachi encore, les anatomistes ne s'occupaient que de la partie solide des dents. Les idées singulières de Platon, d'Aristote et de Galien sur leur origine étaient débattues parmi les physiologistes, lorsque Diemerbroek eut la pensée de faire naître les dents de la seconde dentition, des racines de celles de la première. Eustachi réfuta cette erreur, et établit, d'après des recherches positives, les bases de cette partie si intéressante de l'embryogénie humaine et comparée.

» Il montra d'abord que le fœtus avait autant de bulbes dentaires dans l'intérieur de ses mâchoires que l'enfant devait avoir de dents pour constituer sa première dentition. Il fit voir ensuite qu'en examinant les maxillaires passé l'âge de deux ou trois ans, on rencontrait, en arrière des premières dents, les bulbes qui devaient servir de germes aux secondes. Urbain Hémard et Valcherus Coiter, en confirmant ces belles observations, firent la remarque lumineuse que le bulbe s'affaissait et diminuait de volume à mesure que s'accroissait la partie solide de la dent.

» Rau, disciple de Haller, s'empara de cette idée et la développa avec un rare talent. Il ne se borna pas à établir que la dent provenait du bulbe, il rechercha de plus comment elle en provenait. Cette recherche le conduisit à émettre sur la structure du bulbe des vues dont nous ont écartés les travaux modernes et sur lesquelles nous ramènent les études microscopiques dont le système dentaire est présentement l'objet.

» mer par sa partie extérieure, qui se recouvre ensuite d'une substance blanchâtre, » mince, émaillée et creuse comme un rayon de miel. »

Quandoquidem ea pars quæ extra gingivas postea erumpit, prius altera qua latet, in candidam squammam, instar favi mellis tenuem et excavatam, formatur. (Eustachi, *de Dentibus*.)

» Rau dit, en effet, que le bulbe dentaire est composé de deux membranes, une d'enveloppe décrite d'abord par Malpighi, et une seconde de composition qui, par ses duplicatures, constitue la base du bulbe et le rudiment de la dent (1); il admet ensuite dans les mailles de cette dernière des glandes vésiculeuses (2) abondamment pourvues de vaisseaux sanguins, lesquelles sécrètent la matière dentaire, comme les glandes de la membrane de Schneider sécrètent le mucus des sinus maxillaires et ethmoïdaux. L'écueil de cette idée ingénieuse fut d'expliquer comment la matière dentaire se dégageait de ces vésicules pour venir environner et coiffer le bulbe. Rau n'y parvint pas.

» Cette insuffisance éveilla l'attention de Hunter qui, sans s'embarrasser des difficultés qu'avait rencontrées l'anatomiste précédent, crut les surmonter en faisant sécréter la dent par la surface même du germe. Par cette supposition, en effet, il rendit parfaitement compte de l'emboîtement du bulbe dans la coque de la dent, mais il détourna les esprits du travail de composition qui s'exécute dans son tissu même, et contribua à établir, ainsi que Blake et Fox, l'opinion que les dents sont des corps inorganiques, opinion que Bichat et Cuvier ont sanctionnée ensuite du poids de leur autorité.

» C'est en partie pour modifier cette idée généralement reçue, que, dans un ouvrage publié en 1817, votre rapporteur s'étendit si longuement sur la structure du bulbe, sur la disposition que présentent les vaisseaux sanguins dans son intérieur, et qu'il décrivit avec soin une nouvelle espèce de glandes que M. Meckel considéra comme un état pathologique et que viennent de retrouver MM. Purkinje et Frænkel (3).

» C'est dans la même vue aussi qu'il s'efforça plus tard de montrer dans les lois de l'ostéogénie (1819) que le système dentaire est soumis aux mêmes règles de développement que les os.

» Enfin, dans les recherches de M. Flourens sur le développement des dents, ainsi que dans celles de M. Duvernoy, communiquées dernièrement à l'Académie, on voit que ces deux anatomistes s'écartent entièrement de l'opinion qui considérait le système dentaire comme un tissu inorganique.

---

(1) Rau, *de ortu et regeneratione Dentium,* thes. XIII.
(2) *Idem,* thes. XIV.
(3) *Loc. cit.,* p. 4.

» C'est particulièrement sous ce nouveau point de vue, lequel n'est cependant qu'un retour vers les idées de Malpighi, de Leeuwenhoeck et de Rau, que les études microscopiques de MM. Purkinje, Retzius, Müller, Owen et Nasmyth offrent un haut intérêt, intérêt augmenté encore par les recherches de ce dernier sur la structure microscopique du bulbe que nous allons faire connaître.

» Ce qui manque dans le travail si remarquable de Rau, ce qui même a contribué à le faire délaisser par les anatomistes, c'est qu'on ne voit nullement le rapport qu'il peut y avoir entre la structure du bulbe telle qu'il l'a décrit, et celle de la partie solide de la dent, pour laquelle il n'a pas même mis à profit les travaux microscopiques de Malpighi et de Leeuwenhoeck.

» Ce qui au contraire a frappé vos Commissaires dans celui de M. Nasmyth, c'est la suite, la liaison que cet anatomiste s'est efforcé d'établir entre la structure microscopique de l'ivoire, celle de l'émail et du bulbe; ainsi, après avoir reconnu la disposition celluleuse aréolaire dans les deux premières parties, il a voulu la retrouver dans la troisième; et il l'a lui a retrouvée en effet.

» Les préparations 11, 12, 13, 14, 15, ainsi que les figures 7, 8 et 9 de la planche, laissent peu à désirer à ce sujet; sur toutes l'état aréolaire est manifeste, sur plusieurs il prend un aspect réticulé, et sur quelques-unes les aréoles se rapprochent de la disposition que M. Nasmyth nomme vésiculeuse, laquelle rappelle les glandes vésiculeuses de Rau.

» Sur la préparation 16, reproduite dans les figures 10, 11 et 12 de la planche, une pellicule ossifiée très-mince est adhérente à la pulpe, et de plus les figures montrent la réticulation de la pulpe se reproduisant sur la lame ossifiée, passage que nous avons cherché à saisir nous-même, soit avec le microscope de Chevalier dont nous nous sommes servi pour toutes nos expériences, soit avec celui de Povell, apporté de Londres par M. Nasmyth; mais quelque soin que nous ayons mis dans cet examen, nous devons avouer que notre conviction sur ce dernier point n'a pas été complète.

» Quant aux préparations qui montrent l'aréolité de la pulpe, non-seulement nous les avons reproduites avec succès, mais de plus nous avons constaté, à l'état frais, la granulation des aréoles signalée par M. Richard Owen; de plus encore, en laissant sécher la préparation sur le porte-objet du microscope, nous avons vu ces granulations qui donnent à la pulpe l'aspect de l'écorce d'orange, s'affaisser peu à peu sous nos yeux par l'évapo-

ration du liquide et se transformer en aréoles. Cette transformation réduit presque à rien le tissu de la pulpe, ce qui, d'une part, confirme les belles expériences de M. Chevreul sur la proportion considérable d'eau qui entre dans les tissus élémentaires des animaux, et sert, de l'autre, à différencier la pulpe dentaire des cartilages d'ossification avec lesquels quelques anatomistes croient encore devoir la confondre.

» Quoique, depuis Rhuysch, tous les anatomistes sachent avec quelle facilité les bulbes dentaires s'injectent soit chez le fœtus, soit chez les jeunes enfants, les injections que M. Nasmyth a soumises à notre examen sont les plus nettes et les plus riches que nous ayons vues. Dans ces injections, les artères sont remplies d'une matière rouge, les veines d'une matière jaune. Sous un grossissement de 300 à 400 diamètres, on distingue d'abord la communication directe des deux ordres de vaisseaux s'opérant par des trous aussi volumineux que ceux que l'on distingue de la vingt-cinquième à la quarantième heure de l'incubation, dans la membrane omphalo-mésentérique du poulet. On remarque ensuite, que ces vaisseaux vont en se divisant, en se subdivisant dans la profondeur du bulbe jusqu'à atteindre cette petitesse extrême que Leeuwenhoeck ne savait comment exprimer dans ses *Recherches microscopiques* sur la circulation du sang dans le mésentère de la grenouille, vaisseaux que depuis Leeuwenhoeck, Rhuysch a nommés *arteriœ et venœ succulentes*, et dont Hunter et Bichat ont fait, plus tard, leurs systèmes de vaisseaux absorbants et exhalants.

» Après ces admirables injections des bulbes dentaires, nous nous attendions à voir M. Nasmyth sanctionner, par sa propre expérience, la vascularité ou tout au moins la canaliculation du tissu osseux des dents; mais, ainsi que nous l'avons déjà vu, nous avons été déçus dans notre attente. Nous signalons cette lacune à l'auteur par la raison que, dans les recherches ostéogéniques de nos jours, la tubulosité de l'ivoire est devenue une question capitale.

» Après avoir établi la disposition celluleuse dans le tissu intertubuleux de l'ivoire, dans celui de l'émail et de la pulpe, M. Nasmyth devait, pour compléter son travail, chercher à la reproduire artificiellement sur le tissu osseux de la dent par l'action des acides; c'est aussi ce qu'il a fait et ce que sont destinées à montrer les préparations 17 et 18, faites, la première sur l'ivoire de l'éléphant, la seconde sur celui d'une dent de l'homme.

» Quoique M. Nasmyth ne le dise pas, ces préparations sont évidemment une répétition de celles de M. Retzius; on sait, en effet, que c'est d'après

des préparations analogues que le célèbre anatomiste de Stockholm a fait sur la structure microscopique de l'ivoire des observations remplies d'intérêt; on sait, en particulier, qu'en suivant les ramifications des tubules qui les composent d'après lui, il les a vues donner naissance à des cellules. *Ces cellules, ainsi que les ramifications les plus subtiles des tuyaux,* dit M. Retzius, *disparaissent enfin, et, de même que les parties environnantes, elles sont pénétrées d'un liquide limpide. Il est fort probable,* ajoute-t-il, *que les cellules et canaux que présente le microscope ne forment qu'une petite partie de ceux qui existent réellement dans la masse qu'on examine.* Cette probabilité est beaucoup accrue par les préparations de M. Nasmyth, sur lesquelles néanmoins la cellulosité est obscure, par la raison que l'ivoire a été pris sur le milieu de la dent.

» Lorsqu'au contraire on choisit, pour la préparation, une lame d'ivoire du voisinage de la cavité dentaire, les cellules deviennent alors si évidentes qu'on les voit à l'aide d'une simple loupe, ainsi qu'on le remarque sur une de nos préparations, sur laquelle nous avons conservé une lame embrassant toute l'épaisseur de la dent, afin qu'on pût suivre cette différence.

» M. Nasmyth a présenté, en outre, sept autres pièces préparées avec le plus grand soin, ainsi que toutes les précédentes, pour être étudiées sous le microscope; mais comme ces pièces, portant les numéros 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, sont presque étrangères au but du Mémoire, nous les passerons sous silence, afin de nous arrêter un instant sur la question d'odontogénie que soulèvent les dernières préparations que votre Commission a eues à examiner. Il s'agit de la membrane émaillante.

» Anatomiquement et chimiquement, la couche d'émail qui revêt la couronne des dents est parfaitement connue; mais telles sont les difficultés que l'on rencontre quand on s'occupe de la formation et du développement des organismes, que, malgré les travaux de Malpighi, de Rau, d'Hebeinstreit, de Hérissant; ceux plus récents de Hunter, Blake, Fox et Cuvier, et les recherches modernes de MM. Purkinje, Raschkow et Retzius, etc., nous sommes encore à savoir positivement d'où provient cette substance et comment elle se forme.

» A la vérité en considérant les dents, avec Hunter, comme un produit sécrété par la surface externe du bulbe, nous sommes presque parvenus à établir que l'émail est formé et déposé sur la couronne par la membrane qui l'enveloppe, assertion à laquelle les dernières recherches de M. Duvernoy sur les dents des musaraignes donnent un si haut degré de probabilité.

» Toutefois, si, comme Bichat l'avait soupçonné, et d'après la démonstration anatomique que l'un de nous en a donnée (1), cette enveloppe est analogue aux membranes séreuses; comment, d'une part, une membrane de cette nature pourrait-elle sécréter l'émail, si l'on n'adopte les modifications de structure que nous avons signalées? et, d'autre part, cette sécrétion admise, comment concevoir le dépôt de l'émail sur la surface de l'ivoire? Ne sait-on pas que dans toutes les membranes séreuses sans exception, le produit qu'elles sécrètent est renfermé dans la capsule qu'elles forment? ne sait-on pas les que capsules séreuses sont fermées de toute part, précisément pour prévenir l'écoulement des produits sécrétés? Ces difficultés, qui s'offrent naturellement dans la supposition de la sécrétion extérieure de l'émail par la capsule émaillante, n'existent pas dans celle de la sécrétion intérieure de Rau, qui, en résumé, n'est autre chose que la formation des dents par la transformation générale du bulbe (2).

---

(1) « La lame interne est très-mince et d'une nature *sui generis*. C'est cette lame que » Bichat considère comme une membrane séreuse; mais, 1° elle est entièrement vasculeuse et se distingue par-là de cet ordre de membranes; 2° le fluide qu'elle sécrète est » séreux et muqueux en partie; 3° elle diffère aussi des membranes muqueuses, car » elle n'a point de follicules, et dans sa position naturelle elle peut être considérée » comme une poche sans ouverture. Je la considère comme intermédiaire entre ces deux » ordres de membranes. Voici sa distribution : en dehors elle est tapissée, comme » nous l'avons dit, par la lame externe, avec laquelle son adhérence est assez forte, » surtout supérieurement, à l'endroit où elle correspond au fibro-cartilage des gencives. Parvenue au lieu où pénètrent les vaisseaux et les nerfs, elle se détache de la » lame externe, ne paraît plus lui être unie que par l'intermède de petits vaisseaux » qui de l'une passent à l'autre lame; en cet endroit, la lame interne, isolée de l'externe, se réfléchit de bas en haut, forme une enveloppe aux vaisseaux et aux nerfs » jusqu'à la base et à la circonférence inférieure de la pulpe, où elle s'insère d'une » manière très-manifeste. Il résulte de cette disposition, 1° que la poche que forme » cette lame est fermée en haut par la pulpe dentaire, qui lui forme une espèce de couvercle; 2° que cette pulpe n'est point enveloppée par la membrane, et qu'elle est » libre dans l'intérieur du sac qu'elle forme, baignée par le fluide qu'elle sécrète; » 3° il en résulte aussi que la membrane externe s'arrête à l'endroit où les vaisseaux et » nerfs vont pour pénétrer dans le germe dentaire, et leur adhère d'une manière très-» intime. »

(SERRES, *Anat. et Phys. des Dents*, p. 13 et 14. — 1817.)

(2) Tandem nobis incumbit ut verbum adjiciamus, de parte dentium quam *clariss.* Malpighi externum involucrum nuncupat, quæ pars (dentibus adhuc in suis alveolis abditis) nonnisi in parte superiore dentis valde indistincte et mollis reperitur, erum-

» Or, ce que dit M. Nasmyth au paragraphe 19 de son Mémoire sur une membrane capsulaire et persistante de l'émail après la sortie des dents, nous parut une confirmation si inattendue de l'opinion du disciple de Haller, que, peu satisfaits des résultats de nos propres expériences, nous engageâmes l'auteur à les répéter devant nous. Le peu de temps qu'il lui était possible de rester à Paris ne lui ayant pas permis de le faire, nous croyons utile à la science de transcrire ici la description de l'auteur.

---

pentibus tamen totam eorum coronam tegit et non solum altera durior evadit, verum eousque consolidantur, ut interdum plus quam lapideam induat naturam, quare extrinsecus ita opposita videtur, ut scilicet continuæ ciborum attritioni validius resistat, ac perfectius ob duritiem trituret alimenta et non dissimili sane ratione ac ab industria humana extremitates alicujus ferrei instrumenti præsertim ubi continuo et laborioso ministerio destinatæ sunt, purissimo Chalybe muniuntur. Cæterum sensus dentium, œconomiæ animali valde proficuus, ut mediante eo corpora duriora quæ in gustus organum, vel ob salis penuriam, vel ob nimiam salium concatenationem non incidunt, examinentur, hoc involucro (parte scilicet, omnis nutritionis experte) intercipitur, ne nervi imediate affecti a duriori corpore, nimis concutiantur. Ne quis vero sibi imaginetur hoc involucrum particularem habere ortum, differentem nempe ab eo, quem pars interna dentis sibi vindicat, et quidem ob discrepantiæ fundamentum, is quæso adeat theses superiores ubi demonstravimus varias laminas membranæ dentium glandulosæ, unius esse structuræ, et nonnisi situ differre : quod autem similia dissimilia producere possint vix est credibile, nisi accidentales causæ aliquæ intercedant, causam enim cur involucrum externum, ab altera dentis substantia gradatim discedere incipiat, et tandem omnimodo ab ea differat, existimo in principio penuriam ejus nutrimenti, cum scilicet glandulæ exterioris membranæ contra partem superiorem alveoli compressæ, in ea, qua prius propinarunt, quantitate succum non amplius suppeditant, unde evenit ut a natura alterius substantiæ, quæ in totum ab interna dentis membrana nutritur, discrepare incipiat; postea dente erumpente membrana externa circa superiora laceratur, et ratione qua prodit dens extra alveolum, ille etiam hanc exuit membranam, ita ut totum hoc externum involucrum, nullum nec incrementum, nec nutritionem amplius recipiens ab externa membrana, tandem adeo induresçat et poliatur ab attritu subjectorum, ut vix liceat quacunque arte ossa magis nitide elaborate et polire : hæc pars omni nutrione destitua aliam quidem videtur dentis partem conflare, quæ tamen proprie loquendo nihil est quam pars totius dentis a statu naturali propter exsiccationem mutata.

Mirabuntur fortassis aliqui me accidentalem ortum tribuere parti, ob cujus defectum dentes vix officium præstare possunt, mirari desinent, considerando per multas alias in corpore reperiri partes, quæ pro maxima parte officii punctum fortuito absolvunt.

(Rau, *De ort. et reg. Dent.*, thes. XVII.)

« J'ai remarqué, il y a quelques années, en examinant des dents humaines que j'avais mises dans une solution acide, des portions détachées de membranes qui flottaient à la surface du liquide. Elles étaient si délicates et se détachaient avec tant de facilité, que je restai pendant quelque temps incertain sur la partie de la dent dont elles s'étaient détachées. Cependant j'acquis la conviction, après un long et minutieux examen, qu'elles s'étaient détachées de la surface externe de l'émail et qu'elles se continuaient avec la membrane qui recouvre la racine, laquelle membrane elle-même pénètre dans la cavité interne de la dent et en tapisse l'intérieur. J'arrivai ensuite à retrouver cette membrane sur toute la surface de l'émail et de la racine de la dent, où elle forme une enveloppe continue; j'ai pu même, dans quelques cas, la détacher de la surface de la couronne, sous forme d'une membrane ou d'une capsule dentaire persistante. Il est donc démontré aujourd'hui que l'émail des dents de l'homme et de tous les animaux simples et composés est couvert d'une enveloppe distincte. Cette enveloppe était connue depuis longtemps dans les dents composées de quelques animaux, par exemple dans celles de l'éléphant, des ruminants, etc., sous le nom de *cementum* ou *crusta-petrosa*. Le cément contient toujours des cellules, qu'on trouve aussi dans la capsule persistante du bœuf et de quelques autres animaux; mais, jusqu'ici, je n'ai pu les découvrir dans celle des dents de l'homme. Aussi nous pensons que, dans l'état actuel de nos connaissances sur ce point, on doit désigner cette membrane par un nom particulier, et non la comprendre sous la dénomination générale de *crusta-petrosa*, bien qu'elle se continue avec cette production et qu'elle lui ressemble sous tous les autres rapports. »

» Cette découverte, si importante si le temps la confirme, est déjà sanctionnée en partie, d'une part par les recherches de l'un de nous (M. Flourens) sur la persistance de la capsule dentaire dans les dents de la vache et du cheval (1), et de l'autre par celles de la Commission, qui a reconnu à

---

(1) « *Pl. XII*, *fig.* 1. — Dent molaire de vache. Immédiatement après son extraction de l'alvéole, cette dent a été plongée dans de l'acide chlorhydrique étendu d'eau : elle y a été laissée pendant quarante-huit heures.

» *aa*, capsule de la dent ouverte; les bords de l'ouverture sont renversés.

» *Fig.* 2. — Dent molaire de cheval, vue par sa face latérale. Cette dent, plus d'une année après son extraction de l'alvéole, a été plongée dans de l'acide chlorhydrique étendu d'eau : elle y a été laissée pendant quarante-huit heures.

la membrane émaillante la structure celluleuse et microscopique que représente la *fig.* 9, qui est sous les yeux de l'Académie (1). Ces cellules ne seraient-elles pas les petites poches vésiculeuses dans lesquelles M. Retzius suppose que sont renfermées les molécules élémentaires de l'émail? ne sont-elles pas analogues à celles de l'épiderme? La réserve qui nous est imposée par un Rapport à l'Académie nous permet seulement d'énoncer ces questions.

» En outre des faits particuliers que ces préparations sont destinées à mettre en évidence, elles en renferment beaucoup d'autres, moins nouveaux peut-être, mais tout aussi importants pour la structure microscopique des dents. Néanmoins, l'auteur n'en parlant pas dans son Mémoire, parce qu'ils n'ont en effet qu'un rapport éloigné avec les questions qu'il traite, nous croyons devoir nous abstenir de les mentionner dans notre Rapport.

» Nous dirons en terminant, qu'à notre connaissance, jamais on n'a exécuté un ensemble plus parfait de préparations que celles que M. Nasmyth a soumises à l'examen de votre Commission. L'étude approfondie que nous en avons faite, en les comparant aux dessins qui ont été publiés depuis Malpighi et Leeuwenhoeck jusqu'à MM. Retzius et Richard Owen, nous permet d'ajouter qu'elles renferment l'histoire microscopique presque complète du système dentaire des mammifères, depuis la structure de la pulpe jusqu'à celle de l'ivoire et de l'émail.

» Car elle montre les fibres dentaires ou les canicules de l'ivoire dans tous les sens, dans toutes les directions et sous les diverses coupes. Elle les montre réunies en faisceaux ou disjointes et écartées; tantôt continues et divergentes de la cavité de la dent vers la périphérie, tantôt brisées et

---

» *a a*, capsule de la dent ouverte; les bords de l'ouverture sont renversés.
» *Fig.* 3. — La même dent vue par sa couronne.
» *a*, un lambeau de la capsule détaché et relevé.
» *Fig.* 4. — Morceau de dent canine d'hippopotame, vue par sa face externe.
» *a*, la membrane capsulaire soulevée.
» Ces quatre figures présentent un fait remarquable, savoir, la persistance de la cap-
» sule sur les dents (quoique complétement sorties de leurs alvéoles) des ruminants et
» des solipèdes.»

(Flourens, *Recherches sur le développement des os et des dents,* p. 417.)

(1) Cette figure a été dessinée par M. le docteur Estevenel, premier prosecteur de l'École d'anatomie des hôpitaux et un de nos jeunes anatomistes les plus distingués.

fractionnées dans leur trajet. Sur les premières, la disposition tubulée paraît manifeste; sur les dernières, elle a disparu par l'usure des parois des petits canaux; et c'est alors que la fibre dentaire, ainsi réduite, apparaît sous la forme de globules ou de grains de chapelet alignés les uns au-dessus des autres.

» Les fibres composant l'émail sont également reproduites avec une remarquable netteté sur toute l'étendue des couronnes.

» On les voit apposées perpendiculairement sur les canalicules de l'ivoire, formant par leur association cette espèce de voûte qui les protége, voûte signalée d'abord par Hunter, Blacke, Schreger, et si bien exposée dans ces derniers temps dans les recherches de MM. Purkinje, Müller, Frænkel et Ruschown. On observe, de plus, que ces fibres vont en diminuant graduellement de la périphérie de la couronne à l'origine de la racine, où elles se perdent d'une manière insensible dans la substance corticale découverte par Tenon et sur laquelle M. Retzius a fait en dernier lieu des observations si curieuses.

» Mais la substance de l'ivoire n'est pas uniquement constituée par des fibres ou des canalicules; le microscope a fait découvrir en outre une partie intermédiaire qui en constitue la base, ou la partie fondamentale d'après MM. Purkinje et Frænkel; or ces anatomistes ne lui ayant reconnu aucune structure propre, l'avaient déclarée amorphe. M. Retzius, l'ayant vu sillonnée par les deuxième et troisième divisions des canalicules, y signala des cellules, que rejetèrent après lui les micrographes qui n'aperçurent pas les ramifications des tubules dentaires. MM. Nasmyth et R. Owen l'ont trouvée au contraire aréolaire, entrecoupée par des compartiments qui rappellent la disposition celluleuse des autres organismes.

» Ce fait nouveau ressort avec netteté des préparations de M. Nasmyth, et ce qui ajoute à son importance, c'est d'en avoir montré la source, l'origine, dans la constitution aréolaire primitive du bulbe, et même d'en avoir suivi la répétition jusque dans l'arrangement primitif des molécules composant l'émail.

» Si, au point de vue anatomique, ces derniers faits sont d'un grand intérêt, nous avons cherché à établir qu'au point de vue physiologique, cet intérêt est plus grand encore, puisque leur effet immédiat est de remplacer l'hypothèse de la sécrétion extérieure de l'ivoire par la théorie plus naturelle de la sécrétion intérieure ou de la transformation du bulbe.

» D'après toutes ces considérations et en ayant égard aux restrictions contenues dans le Rapport, votre Commission a l'honneur de proposer à

l'Académie de donner son approbation au travail de M. Nasmyth, en l'invitant à publier, le plus tôt possible, l'application qu'il en a faite à l'étude des animaux fossiles. Elle eût même demandé l'insertion de son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers,* si l'auteur n'avait l'intention de le publier prochainement. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie fixe au lundi, 19 décembre, sa séance publique de cette année.

La séance est levée à cinq heures et demie, A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; n° 22; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences, publiés par les Secrétaires perpétuels, commençant au 3 août 1835; 14 vol. in-4°, avec figures. (Article de M. BIOT, extrait du *Journal des Savants* pour le mois de novembre 1842.)

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome VI, octobre 1842; in-8°.

Exercices d'Analyse et de Physique mathématique; par M. A. CAUCHY; tome II, 20e livraison; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VIII, n° 4.

Annales maritimes et coloniales; novembre 1842; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; novembre 1842; in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. Bulletin des séances, compte rendu mensuel; par M. SOULANGE BODIN, tome II, n° 16; in-8°.

Notes et renseignements sur les Animaux vertébrés de l'Algérie qui font partie du Musée de Strasbourg; par MM. DUVERNOY *et* LEREBOULLET; 1re partie: *Mammifères;* in-4°.

Mémoire sur l'animal de l'Onguline couleur de laque (Ungulina rubra, DAUD.), *et sur les rapports de ce Mollusque acéphale; par* M. DUVERNOY. (Extr. des *Annales des Sciences coordonnées.*) In-8°.

Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Strasbourg; tome III, 2e livr.; in-4°.

Considérations générales sur l'Électricité, le Calorique et le Magnétisme, ou Essai élémentaire des Phénomènes de l'existence physique et morale; par M. HUGUENY; 3e étude; in-8°; Strasbourg.

Mémoire sur le tirage des Voitures et sur le frottement de roulement; par M. DUPUIT. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées.*) In-8°.

Considérations sur les frais d'entretien des Routes; par le même; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; par M. CH. D'ORBIGNY; t. III, 29e livr.; in-8°.

Traité de Perspective pratique, pour dessiner d'après nature; par M. THENOT; 4e édit.; in-8°.

Magasin de Zoologie, d'Anatomie comparée et de Paléontologie; feuilles 8 à 10, avec planches; in-8°.

Paléontologie française; par MM. D'ORBIGNY *et* DELARUE (*Mollusques rayonnés*); livr. 51 et 52; in-8°.

Paléontologie française (*Terrain jurassique*); livr. 7; in-8°.

Journal de Chimie médicale; décembre 1842; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1842; in-8°.

Encyclographie médicale; par M. LARTIGUE; 1re année, tome II, 2e livr.; in-8°.

Journal des Haras; décembre 1842; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; novembre 1842; n° 85; in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; juillet et août 1842; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; décembre 1842; in-8°.

Le Technologiste; décembre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; n° 11; novembre 1842; in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; octobre 1842; in-8°.

Nouveaux Mémoires de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles; tome XV; in-4°.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles; par M. QUETELET; tome II; Bruxelles, in-4°.

Conchologia... *Conchyliologie systématique; par* M. L. REEVE; 2e partie; in-4° avec pl. color.

Additamenta ad Lud. Choulanti Bibliothecam medico-historicam; edidit J. ROSEMBAUM; Halis Saxonum, 1842; in-8°.

Memoirs... *Mémoires sur les Fossiles des terrains anciens des provinces rhénanes; par* M. le vicomte D'ARCHIAC *et* M. ED. DE VERNEUIL. (Extrait des *Transactions de la Société géologique de Londres;* tome VI, partie 2.) Paris, 1842; 2 cahiers in-4°, dont 1 de planches.

Guy's... *Comptes rendus de l'Hôpital de Guy; par* MM. BARLOW *et* BABINGTON; n° 15; octobre 1842; in-8°.

Memoirs... *Mémoires de l'Académie américaine de Boston;* tome Ier, partie 1re; in-4°.

Journal... *Journal de Mathématiques pures et appliquées; par* M. A.-L. CRELLE; vol. XX, livr. 3 et 4; Berlin, 1842; in-4°.

Prodromus... *Prodrome d'une nouvelle méthode d'exposition de la Dynamique analytique supérieure; par* M. le comte GEORGES DE BUQUOY; Prague, 1842; in-4°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 49.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, n^{os} 142 à 144.

L'Expérience; n° 283.

L'Écho du Monde savant; n^{os} 42 et 43; in-4°.

L'Examinateur médical; n° 11.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Note de M. AUGUSTIN CAUCHY, *relative à un article extrait du* Journal des Savants (novembre 1842), *et présenté par* M. Biot *à l'Académie dans la dernière séance.*

« Un de nos illustres confrères a présenté à l'Académie, dans la dernière séance, un article qu'il vient de publier sur les *Comptes rendus*. Après avoir pris connaissance de cet article, où l'on retrouve le talent de rédaction qui distingue son auteur, il m'est impossible de pas émettre un vœu dans l'intérêt de la science. Ce vœu, c'est que, si à l'avenir l'auteur de l'article se croit encore appelé, en raison de son expérience, ou même à titre d'ami, à donner des conseils à un confrère, il veuille bien lui adresser directement ses observations au sein même de l'Académie. Cette marche, en permettant de répondre à ce qui pourrait ne pas être suffisamment fondé dans les observations présentées, fournirait d'ailleurs les moyens d'éclaircir ce qu'elles pourraient offrir de vague et d'indéterminé. »

THÉORIE DE LA LUMIÈRE. — *Mémoire sur les lois de la dispersion plane et de la dispersion circulaire dans les milieux isophanes; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Un caractère commun à tous les milieux isophanes, c'est que les seuls mouvements *simples*, ou *à ondes planes*, qui puissent s'y propager sans s'éteindre, se réduisent toujours à des mouvements dans lesquels les vibrations moléculaires sont transversales ou longitudinales, c'est-à-dire, comprises dans les plans des ondes, ou perpendiculaires à ces mêmes plans. Mais, d'après ce qui a été dit dans l'une des séances précédentes, la longueur des ondulations étant donnée, les mouvements simples à vibrations transversales peuvent ou se propager tous avec la même vitesse, ou se propager les uns avec une certaine vitesse, les autres avec une vitesse différente; et, dans ce dernier cas, ils présentent deux rayons polarisés circulairement en sens contraire. Par suite, on doit distinguer deux espèces de milieux *isophanes*, savoir, des milieux dans lesquels se propage un seul rayon de chaque couleur, polarisé rectilignement, ou circulairement, ou elliptiquement; et des milieux dans lesquels peuvent se propager deux rayons de chaque couleur, polarisés circulairement en sens contraires, mais doués de vitesses de propagation inégales.

» Lorsqu'un rayon de lumière blanche tombe perpendiculairement sur la surface supposée plane d'un milieu isophane de la première espèce, il pénètre dans l'intérieur de ce milieu, sans changer de direction, et sans que les couleurs se séparent. Mais, si le rayon incident devient oblique à la surface, l'angle de réfraction variera en même temps que la nature de la couleur, et, par suite, les rayons réfractés de diverses couleurs se sépareront les uns des autres, en demeurant tous compris dans le même plan. C'est en cela que consiste le phénomène de la dispersion ordinaire, que nous nommerons la *dispersion plane*, en raison de la circonstance que nous venons de rappeler. D'ailleurs, si le rayon incident est doué de la polarisation rectiligne, ou de la polarisation elliptique qui comprend elle-même comme cas particulier la polarisation circulaire, les rayons réfractés offriront encore l'un ou l'autre genre de polarisation.

» Concevons maintenant qu'un rayon non homogène de lumière blanche, doué de la polarisation rectiligne, tombe sur la surface supposée plane d'un milieu isophane de la seconde espèce. Il pourra être considéré comme résultant de la superposition d'une infinité de rayons de diverses couleurs dont chacun sera partagé par le milieu isophane en deux autres rayons de

même couleur, polarisés circulairement en sens contraires, mais doués de vitesses de propagation différentes. En d'autres termes, le rayon incident de lumière blanche pourra être considéré comme décomposé par le milieu isophane en une infinité de rayons de diverses couleurs, dont chacun serait polarisé rectilignement, mais dont les plans de polarisation tourneraient plus ou moins rapidement en décrivant des angles variables non-seulement avec l'épaisseur du milieu, mais aussi avec la nature de la couleur. On verra donc ici se produire ce qu'on peut appeler la *dispersion circulaire* des couleurs. Pour rendre cette dispersion sensible, il suffira d'analyser la lumière transmise à travers le milieu isophane, à l'aide d'un prisme biréfringent. Les deux images produites par le prisme paraîtront colorées, et elles offriront des couleurs complémentaires qui varieront quand le prisme tournera sur lui-même. C'est en cela que consistent, comme l'on sait, les phénomènes de la polarisation chromatique.

» Il m'a paru important de rechercher la loi de la dispersion plane et de la dispersion circulaire. Je m'étais déjà occupé de la dispersion plane dans les années 1835 et 1836. Les personnes qui, sans s'effrayer de tous les calculs numériques que, dans les *Nouveaux Exercices de Mathématiques*, j'ai exécutés et appliqués aux belles expériences de Frauenhofer, voudront jeter les yeux sur les formules inscrites à la page 225 de la 8e livraison, reconnaîtront que les lois de la dispersion plane sont très-simples et très-faciles à retenir. Elles se réduisent sensiblement à celles que je vais indiquer.

» Observons d'abord que trouver la loi suivant laquelle un milieu isophane de première espèce disperse les couleurs par la réfraction, c'est, en d'autres termes, trouver la loi suivant laquelle la vitesse de propagation d'un rayon lumineux varie dans ce milieu avec l'épaisseur des ondes, ou, ce qui revient au même, avec la longueur des ondulations. Cela posé, la loi de dispersion que donnent les formules auxquelles je suis parvenu dans les *Nouveaux Exercices* se réduit à très-peu près à celle dont voici l'énoncé : *Le carré de la vitesse de propagation d'un rayon simple qui pénètre dans un milieu isophane se compose de deux termes, l'un constant, l'autre réciproquement proportionnel au carré de la longueur d'ondulation.*

» Cette loi peut encore s'énoncer comme il suit : *Pour les rayons de diverses couleurs, les différences entre les carrés des vitesses de propagation sont entre elles à très-peu près comme les différences entre les carrés de nombres réciproquement proportionnels aux épaisseurs des ondes.*

» On peut être curieux de savoir avec quel degré d'approximation cette

loi représente les expériences si délicates de Frauenhofer. C'est là un point qui mérite une attention sérieuse, et que nous allons examiner.

» A l'aide d'observations faites avec beaucoup de soin sur la lumière réfractée par des prismes de diverses substances, Frauenhofer a déterminé les *indices de réfraction* correspondants à certains rayons colorés, ou plutôt à certaines raies que présente le spectre solaire. Par d'autres observations, il a déterminé les longueurs d'ondulation mesurées dans l'air et relatives à ces mêmes rayons. Or, en vertu de la loi ci-dessus énoncée, *les différences entre les indices de réfraction devront être à très-peu près proportionnelles aux différences entre les quotients qu'on obtient quand on divise l'unité par les carrés des longueurs d'ondulation.* Voyons jusqu'à quel point cette condition se trouve remplie.

» D'après les calculs de Frauenhofer, pour les sept rayons qu'il a choisis et désignés à l'aide des lettres

B, C, D, E, F, G, H,

les longueurs d'ondulation, exprimées en cent-millionièmes de pouce, sont représentées sensiblement par les nombres

(a) 2541, 2425, 2175, 1943, 1789, 1585, 1451.

Ces nombres, donnés par Frauenhofer dès les premières pages de son Mémoire, se trouvent à la fin du Mémoire remplacés par d'autres, qui à la vérité diffèrent peu des premiers, mais qui en diffèrent cependant assez pour qu'on ne puisse répondre de l'exactitude de chaque nombre qu'à plusieurs millièmes près, ou même à un centième près; car le dernier nombre 1451 se trouve remplacé à la fin du Mémoire par le nombre 1464, et la différence 13 entre ces deux nombres se réduit sensiblement à la centième partie de chacun d'eux. D'ailleurs, si l'on ne peut répondre qu'à un centième près de l'exactitude des longueurs d'ondulation, on ne pourra répondre qu'à un cinquantième près de l'exactitude de leurs carrés et des nombres inverses de ces carrés. Or ces nombres inverses, déduits de la série (a), seront sensiblement proportionnels aux suivants :

(b) 155, 170, 211, 265, 312, 398, 475,

qui, divisés par 50, donnent des quotients compris entre 3 et 10. On ne pourra donc répondre des termes de la suite (b) qu'à plusieurs unités près de l'ordre du dernier chiffre. Donc, pour décider si les expériences

de Frauenhofer sont conformes à la loi de dispersion énoncée, il suffira d'examiner si les différences entre les termes de la suite (b), savoir,

(c) 15, 41, 54, 47, 86, 77

se trouvent représentées, à quelques unités près, par des nombres sensiblement proportionnels aux différences entre les indices de réfraction relatifs aux divers rayons. Or c'est effectivement ce qui a lieu. Ainsi, par exemple, Frauenhofer a trouvé que, pour une certaine espèce de flintglass, les indices de réfraction relatifs aux rayons B, C, D, E, F, G, H étaient respectivement

1,627749; 1,629681; 1,635036; 1,642024; 1,648260; 1,660285; 1,671062;

et les différences entre ces nombres, savoir,

0,001932; 0,005355; 0,006988; 0,006236, 0,012025; 0,010777,

sont sensiblement proportionnelles aux suivants

(d) 14, 40, 52, 46, 89, 80.

D'ailleurs ceux-ci diffèrent seulement de quelques unités des nombres déjà trouvés

(e) 15, 41, 54, 47, 86, 77,

la plus grande différence

$$80 - 77 = 3$$

étant inférieure à la cinquantième et même à la centième partie du nombre

$$475 = 398 + 77,$$

qui termine la série (b). Il y a plus : les diverses expériences de Frauenhofer, sur la lumière réfractée par l'eau, par une solution de potasse, par trois espèces de crownglass et par quatre espèces de flintglass conduisent encore à des conclusions semblables, comme le prouvent les tableaux annexés à ce Mémoire. Nous sommes donc en droit de conclure que, dans le cas où l'on admet la loi de dispersion ci-dessus énoncée, les

différences entre les résultats du calcul et les résultats de l'expérience tombent sensiblement dans les limites des erreurs d'observation.

» Quant aux lois de la dispersion circulaire, j'ai pu facilement les déduire des principes établis dans l'une des séances précédentes, en me servant des expériences de M. Biot pour déterminer les coefficients que renferment les formules. Ici encore, comme dans le cas de la dispersion plane, j'ai reconnu qu'il suffisait ordinairement de conserver dans chaque formule le coefficient du premier ou des deux premiers termes pour que les observations se trouvassent représentées avec une exactitude satisfaisante; et voici les lois très-simples auxquelles je suis parvenu.

» Pour la plupart des milieux isophanes qui présentent les phénomènes de la polarisation chromatique, *la différence entre les longueurs d'ondulation correspondantes aux deux rayons polarisés circulairement en sens contraires est indépendante de la nature de la couleur. Pour l'acide tartrique étendu d'eau, cette différence se compose de deux termes, l'un constant, l'autre réciproquement proportionnel aux carrés des longueurs d'ondulation.*

» Par suite, *si, pour l'acide tartrique étendu d'eau, l'on multiplie les indices de rotation relatifs aux diverses couleurs par les carrés des longueurs d'ondulation correspondantes à ces mêmes couleurs, les différences entre les produits ainsi obtenus seront à très-peu près entre elles comme les carrés de nombres réciproquement proportionnels aux longueurs des ondulations.*

» Voyons maintenant jusqu'à quel point cette condition se trouve remplie.

» Après avoir renfermé dans un tube, dont la longueur était de $1^{m},003$, une dissolution d'acide tartrique avec environ $\frac{2}{3}$ d'eau et à une température de 26 degrés centésimaux, M. Biot a examiné et analysé la lumière transmise à travers cette dissolution à l'aide d'un prisme biréfringent; puis il a conclu de ses expériences que les indices de rotation relatifs aux rayons violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge étaient sensiblement représentés par les angles

$$39°38'3'';\quad 42°8'55'';\quad 44°39'47'';\quad 46°10'37'';\quad 42°51'29'';\quad 40°29'14'';\quad 38°7'11''.$$

Or ces angles sont sensiblement proportionnels aux nombres

$$(f)\qquad 3963,\quad 4213,\quad 4465,\quad 4617,\quad 4285,\quad 4048,\quad 3812.$$

D'autre part, les longueurs d'ondulation exprimées en millionièmes de millimètre, et correspondantes aux rayons dont il s'agit, sont, d'après les expériences de Fresnel, sensiblement représentées par les nombres

423, 449, 475, 511, 551, 583, 620;

et, si l'on multiplie les carrés de ces derniers nombres par les premiers, les produits seront sensiblement proportionnels aux termes de la suite

(g) 71, 85, 101, 120, 130, 138, 147.

Il est important d'observer que dans cette dernière suite les divers termes croissent avec la longueur d'ondulation, ce qui n'avait pas lieu pour la suite (f). Ce n'est pas tout: les différences entre les divers termes de la suite (g) sont respectivement

(h) 14, 16, 19, 10, 8, 9;

et d'autre part, si l'on divise l'unité par les carrés des longueurs d'ondulation relatifs aux divers rayons, on obtiendra les nombres

(i) 559, 496, 443, 383, 329, 294, 260,

dont les différences

(j) 63, 53, 60, 54, 35, 34,

seront sensiblement proportionnelles aux nombres

(l) 16, 14, 15, 14, 9, 9.

Or les différences qui existent entre les termes des suites (h) et (l) sont de l'ordre des erreurs que comporte la détermination des nombres (g), puisqu'on ne peut répondre de chacun de ces nombres qu'à environ un cinquantième près, ni par suite de chacun des nombres (h) qu'à deux ou trois unités près. Donc ici encore les différences qui existent entre les résultats du calcul et les résultats de l'expérience sont de l'ordre de celles que peuvent produire les erreurs d'observation.

ANALYSE.

§ I^{er}. — *Équations générales des mouvements simples du fluide éthéré dans les milieux isophanes.*

» Considérons un mouvement infiniment petit du fluide éthéré dans un milieu isophane : nommons m la molécule d'éther qui coïncidait primitivement avec le point dont les coordonnées rectangulaires étaient x, y, z; et soient, au bout du temps t, ξ, η, ζ les déplacements de cette molécule, ou plutôt de son centre de gravité, mesurés parallèlement aux axes des x, y, z. Soit encore

$$\upsilon = D_x\xi + D_y\eta + D_z\zeta.$$

Comme nous l'avons dit dans la séance du 14 novembre dernier, on aura

$$(1)\qquad \begin{cases} (D_t^2 - E)\xi - FD_x\upsilon = G(D_z\eta - D_y\zeta), \\ (D_t^2 - E)\eta - FD_y\upsilon = G(D_x\zeta - D_z\xi), \\ (D_t^2 - E)\zeta - FD_z\upsilon = G(D_y\xi - D_x\eta); \end{cases}$$

E, F, G désignant trois fonctions entières de la somme

$$D_x^2 + D_y^2 + D_z^2,$$

dont la première devra s'évanouir avec cette somme. De plus, si, en nommant

$$\bar{\xi},\ \bar{\eta},\ \bar{\zeta}$$

les déplacements symboliques de la molécule m, on pose

$$\bar{\upsilon} = D_x\bar{\xi} + D_y\bar{\eta} + D_z\bar{\zeta},$$

les équations (1) continueront de subsister quand on y remplacera

$$\xi,\ \eta,\ \zeta \text{ et } \upsilon$$

par

$$\bar{\xi},\ \bar{\eta},\ \bar{\zeta} \text{ et } \bar{\upsilon}.$$

On aura donc

$$(2)\qquad \begin{cases} (D_t^2 - E)\bar{\xi} - F D_x \bar{\upsilon} = G(D_z \bar{\eta} - D_y \bar{\zeta}), \\ (D_t^2 - E)\bar{\eta} - F D_y \bar{\upsilon} = G(D_x \bar{\zeta} - D_z \bar{\xi}), \\ (D_t^2 - E)\bar{\zeta} - F D_z \bar{\upsilon} = G(D_y \bar{\xi} - D_x \bar{\eta}). \end{cases}$$

» Considérons maintenant un mouvement simple ou par ondes planes. Dans ce mouvement, les valeurs de $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$, $\bar{\zeta}$ seront de la forme

$$\bar{\xi} = A e^{ux+vy+wz-st}, \quad \bar{\eta} = B e^{ux+vy+wz-st}, \quad \bar{\zeta} = C e^{ux+vy+wz-st},$$

u, v, w, s, A, B, C désignant des constantes réelles ou imaginaires. On aura, par suite,

$$\bar{\upsilon} = (Au + Bv + Cw)\, e^{ux+vy+wz-st};$$

et en substituant les valeurs précédentes de

$$\bar{\xi}, \quad \bar{\eta}, \quad \bar{\zeta}, \quad \bar{\upsilon}$$

dans les formules (2), on en conclura

$$(3)\qquad \begin{cases} (s^2 - \mathcal{E})A - \mathcal{F} u(Au + Bv + Cw) = \mathcal{G}(wB - vC), \\ (s^2 - \mathcal{E})B - \mathcal{F} v(Au + Bv + Cw) = \mathcal{G}(uC - wA), \\ (s^2 - \mathcal{E})C - \mathcal{F} w(Au + Bv + Cw) = \mathcal{G}(vA - uB). \end{cases}$$

$\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ désignant trois fonctions entières de la somme

$$u^2 + v^2 + w^2.$$

Si, pour abréger, on pose

$$u^2 + v^2 + w^2 = k^2,$$

$\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ deviendront trois fonctions entières de k^2, dont la première devra s'évanouir avec k. D'ailleurs on tirera des formules (3) respectivement multipliées par u, v, w, puis combinées entre elles par voie d'addition,

$$(4)\qquad (s^2 - \mathcal{E} - \mathcal{F}k^2)(Au + Bv + Cw) = 0.$$

La formule (4) se partage en deux autres, savoir :

(5) $$s^2 - \mathcal{E} - \mathcal{G}k^2 = 0,$$

et

(6) $$Au + Bv + Cw = 0.$$

De la formule (5), combinée avec les équations (3), on tire

(7) $$\frac{A}{u} = \frac{B}{v} = \frac{C}{w}.$$

Mais, lorsqu'on a égard à la formule (6), les deux premières des équations (3) donnent

$$(s^2 - \mathcal{E})\,A = \mathcal{G}(wB - vC), \quad (s^2 - \mathcal{E})\,B = \mathcal{G}(uC - wA),$$

et, par suite,

$$(s^2 - \mathcal{E})^2\,AB = \mathcal{G}^2(wB - vC)(uC - wA) = -\mathcal{G}^2 AB k^2,$$

ou, ce qui revient au même,

(8) $$(s^2 - \mathcal{E})^2 = -\mathcal{G}^2 k^2,$$

On devra donc, en général, dans un milieu isophane, distinguer trois espèces de mouvements simples ou par ondes planes, savoir, ceux dans lesquels la valeur de s^2 sera déterminée en fonction de k^2 par la formule (5), et ceux dans lesquels la valeur de s^2, exprimée en fonction de k^2, sera l'une de celles que fournit l'équation (8). Si $\mathcal{G}$ s'évanouit, comme il arrive souvent, les deux dernières valeurs de s^2 se réduiront à une seule, et, par conséquent, les trois espèces de mouvements simples se réduiront à deux.

» Observons encore que des formules (3), respectivement multipliées par A, B, C, et combinées entre elles par voie d'addition, l'on tirera

(9) $$A^2 + B^2 + C^2 = 0.$$

» Lorsqu'un mouvement simple est du nombre de ceux qui se propagent

dans l'espace, ou avec le temps, sans s'affaiblir, alors les coefficients

$$u,\ v,\ w,\ s$$

sont de la forme

$$u = \mathrm{u}\sqrt{-1},\quad v = \mathrm{v}\sqrt{-1},\quad w = \mathrm{w}\sqrt{-1},\quad s = \mathrm{s}\sqrt{-1},$$

u, v, w, s désignant des quantités réelles; et, si l'on prend

$$\mathrm{k} = \sqrt{\mathrm{u}^2 + \mathrm{v}^2 + \mathrm{w}^2},$$

on peut supposer encore

$$k = \mathrm{k}\sqrt{-1}.$$

Alors aussi les coefficients s et k sont liés à la durée T des vibrations moléculaires et à l'épaisseur l des ondes planes, par les formules

$$(10)\qquad \mathrm{s} = \frac{2\pi}{\mathrm{T}},\quad \mathrm{k} = \frac{2\pi}{\mathrm{l}},$$

tandis que la vitesse de propagation Ω des ondes planes se réduit à

$$(11)\qquad \Omega = \frac{\mathrm{s}}{\mathrm{k}} = \frac{\mathrm{l}}{\mathrm{T}}.$$

Alors enfin les plans des ondes sont parallèles au plan invariable représenté par l'équation

$$(12)\qquad \mathrm{u}x + \mathrm{v}y + \mathrm{w}z = 0.$$

» Si le mouvement simple, qui correspond à la valeur de s^2 fournie par l'équation (5), est du nombre de ceux qui se propagent sans s'affaiblir, alors la formule (7) entraînera la suivante,

$$(13)\qquad \frac{\xi}{\mathrm{u}} = \frac{\eta}{\mathrm{v}} = \frac{\zeta}{\mathrm{w}},$$

et, par suite, les vibrations moléculaires, dans ce mouvement simple, seront longitudinales, c'est-à-dire, perpendiculaires aux plans des ondes.

» Pareillement, si les mouvements simples, qui correspondent aux deux

valeurs de s^2 fournies par l'équation (8), se propagent sans s'affaiblir, alors la formule (6) entraînera la suivante,

$$(14) \qquad \mathrm{u}\xi + \mathrm{v}\eta + \mathrm{w}\zeta = 0,$$

et, par suite, les vibrations moléculaires dans chacun de ces mouvements simples seront transversales, c'est-à-dire, comprises dans les plans des ondes. De plus, on conclura aisément des formules (8) et (9), si $\mathcal{G}$ n'est pas nul, que les deux rayons correspondants à ces deux mouvements simples sont polarisés circulairement en sens contraires.

» En effet, nommons a, b, c les modules, et λ, μ, ν les arguments des expressions imaginaires représentées par A, B, C, en sorte qu'on ait

$$(15) \qquad \mathrm{A} = \mathrm{a}e^{\lambda\sqrt{-1}}, \quad \mathrm{B} = \mathrm{b}e^{\mu\sqrt{-1}}, \quad \mathrm{C} = \mathrm{c}e^{\nu\sqrt{-1}}.$$

En vertu de ces dernières formules, jointes aux équations

$$(16) \quad u = \mathrm{u}\sqrt{-1}, \quad v = \mathrm{v}\sqrt{-1}, \quad w = \mathrm{w}\sqrt{-1}, \quad s = \mathrm{s}\sqrt{-1},$$

les valeurs de $\bar{\xi}$, $\bar{\eta}$, $\bar{\zeta}$, savoir,

$$\bar{\xi} = \mathrm{A}e^{ux+vy+wz-st}, \quad \bar{\eta} = \mathrm{B}e^{ux+vy+wz-st}, \quad \bar{\zeta} = \mathrm{C}e^{ux+vy+wz-st},$$

deviendront

$$\bar{\xi} = \mathrm{a}e^{(\mathrm{u}x+\mathrm{v}y+\mathrm{w}z-\mathrm{s}t+\lambda)\sqrt{-1}}, \quad \bar{\eta} = \mathrm{b}e^{(\mathrm{u}x+\mathrm{v}y+\mathrm{w}z-\mathrm{s}t+\mu)\sqrt{-1}}, \quad \bar{\zeta} = \ldots,$$

et l'on aura, par suite,

$$\xi = \mathrm{a}\cos(\mathrm{u}x+\mathrm{v}y+\mathrm{w}z-\mathrm{s}t+\lambda), \quad \eta = \mathrm{b}\cos(\mathrm{u}x+\mathrm{v}y+\mathrm{w}z-\mathrm{s}t+\mu), \quad \zeta = \ldots.$$

D'autre part, l'équation (9) entraînera la suivante :

$$(17) \qquad \bar{\xi}^2 + \bar{\eta}^2 + \bar{\zeta}^2 = 0,$$

de laquelle on tirera

$$\mathrm{a}^2\cos 2(\mathrm{u}x+\mathrm{v}y+\mathrm{w}z-\mathrm{s}t+\lambda) + \mathrm{b}^2\cos 2(\mathrm{u}x+\mathrm{v}y+\mathrm{w}z-\mathrm{s}t+\mu) + \mathrm{c}^2\cos 2(\mathrm{u}x+\mathrm{v}y+\mathrm{w}z-\mathrm{s}t+\nu) = 0,$$

et, eu égard à cette dernière, l'on trouvera

$$(18)\qquad \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = \tfrac{1}{2}(a^2 + b^2 + c^2).$$

Or il est clair qu'en vertu des équations (14) et (18), chaque molécule se mouvra sur une circonférence de cercle dont le rayon sera la demi-diagonale du carré qui a pour côté

$$\sqrt{a^2+b^2+c^2}.$$

» Ce n'est pas tout : lorsque dans la formule (8) on pose

$$s = \mathrm{s}\sqrt{-1}, \quad k = \mathrm{k}\sqrt{-1},$$

elle donne

$$(19)\qquad (\mathrm{s}^2 + \mathcal{E})^2 = \mathcal{G}^2\mathrm{k}^2,$$

et, par suite,

$$(20)\qquad \mathrm{s}^2 = -\mathcal{E} \pm \mathcal{G}\mathrm{k},$$

$\mathcal{E}$, $\mathcal{G}$ désignant deux fonctions de k^2 dont la première au moins s'évanouit avec k.

» Dans les milieux isophanes de première espèce, le produit $\mathcal{G}\mathrm{k}$ s'évanouit avec $\mathcal{G}$, et l'équation (20), réduite à

$$(21)\qquad \mathrm{s}^2 = -\mathcal{E},$$

fournit une seule valeur de s^2, représentée par une fonction entière de k^2 qui s'évanouit avec k. Dans une première approximation, on peut réduire cette fonction à son premier terme, vis-à-vis duquel les autres sont très-petits.

» Dans les milieux isophanes de seconde espèce, $\mathcal{G}$ cesse de s'évanouir; mais le produit $\mathcal{G}\mathrm{k}$, que renferme la valeur de s^2, reste très-petit par rapport à $\mathcal{E}$. Alors aussi, des équations (3) et (6), jointes aux formules (16) et (20), on tire

$$(22)\qquad \frac{\mathrm{wB}-\mathrm{vC}}{\mathrm{A}} = \frac{\mathrm{uC}-\mathrm{wA}}{\mathrm{B}} = \frac{\mathrm{vA}-\mathrm{uB}}{\mathrm{C}} = \pm\,\mathrm{k}\sqrt{-1},$$

par conséquent

$$(23)\qquad \frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}} = -\,\frac{\mathrm{uv}\mp\mathrm{wk}\sqrt{-1}}{\mathrm{v}^2+\mathrm{w}^2}, \quad \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}} = -\,\frac{\mathrm{uw}\pm\mathrm{vk}\sqrt{-1}}{\mathrm{v}^2+\mathrm{w}^2}.$$

D'autre part, dans le cercle parcouru par chaque molécule, l'aire que décrit le rayon, étant projetée sur le plan des x, y, et différentiée par rap-

port au temps, donnera pour dérivée

$$\tfrac{1}{2}(\xi D_t\eta - \eta D_t\xi) = \tfrac{1}{2}\mathrm{a\,b\,s}\sin(\lambda - \mu).$$

Donc le rayon qui décrit cette aire aura, dans le plan des x, y, un mouvement de rotation direct ou rétrograde, suivant que $\sin(\lambda - \mu)$ sera positif ou négatif. Donc ce mouvement de rotation changera de sens quand $\sin(\lambda - \mu)$ changera de signe, ou, ce qui revient au même, quand le signe des coefficients de $\sqrt{-1}$ changera dans chacun des rapports $\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{B}}$, $\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}}$. Donc les deux signes placés devant le produit gk dans la formule (20), et devant le produit $\mathrm{wk}\sqrt{-1}$ dans la première des formules (23), correspondent à deux rayons polarisés circulairement en sens contraires.

» Les équations (21) et (20) sont celles d'où l'on déduit les lois de la dispersion plane et de la dispersion circulaire, telles que nous les avons données dans le préambule de ce Mémoire.

§ II. *Dispersion plane.*

» Considérons un rayon simple de lumière, en partie réfléchi et en partie réfracté par la surface de séparation de deux milieux isophanes et transparents de première espèce. Nommons T *la durée des vibrations moléculaires;* l *la longueur des ondulations*, ou, ce qui revient au même, l'*épaisseur des ondes planes;* et Ω *la vitesse de propagation* de ces ondes, dans le premier milieu. Posons

$$\mathrm{s} = \frac{2\pi}{\mathrm{T}}, \quad \mathrm{k} = \frac{2\pi}{\mathrm{l}},$$

et soient

$$\mathrm{l}', \ \mathrm{k}', \ \Omega',$$

ce que deviennent

$$\mathrm{l}, \ \mathrm{k}, \ \Omega,$$

quand on passe du premier milieu au second. Enfin, nommons τ l'angle d'incidence, et τ' l'angle de réfraction. On aura non-seulement

$$\Omega = \frac{\mathrm{s}}{\mathrm{k}} = \frac{\mathrm{l}}{\mathrm{T}}, \quad \Omega' = \frac{\mathrm{s}}{\mathrm{k}'} = \frac{\mathrm{l}'}{\mathrm{T}},$$

mais encore

$$\mathrm{k}\sin\tau = \mathrm{k}'\sin\tau',$$

et l'*indice de réfraction* θ sera déterminé par la formule

$$(1) \qquad \theta = \frac{\sin\tau}{\sin\tau'} = \frac{\mathrm{k}'}{\mathrm{k}}.$$

D'ailleurs, en vertu de l'équation (17) du § I^{er}, s^2 pourra être développé suivant les puissances entières de k^2 ou de k'^2, le premier terme du développement étant un terme proportionnel à k^2 ou à k'^2, vis-à-vis duquel les suivants seront très-petits et pourront être négligés dans une première approximation. Il est aisé d'en conclure que θ lui-même pourra être développé suivant les puissances ascendantes de k^2 en une série de la forme

$$(2) \qquad \theta = a + 6k^2 + \text{etc.}$$

Si l'on réduit cette série à ses deux premiers termes, on aura simplement

$$(3) \qquad \theta = a + 6k^2,$$

ou, ce qui revient au même,

$$(4) \qquad \theta = a + \frac{6}{4\pi^2}\left(\frac{1}{l}\right)^2.$$

» En vertu de cette dernière formule, *si la longueur d'ondulation* l *vient à varier, la variation de l'indice de réfraction* θ *sera proportionnelle à la variation de* $\frac{1}{l^2}$.

» Telle est, à très-peu près, la loi qui règle le phénomène de la dispersion plane. Voyons jusqu'à quel point cette loi s'accorde avec les expériences de Frauenhofer.

» Cet habile physicien a déterminé avec beaucoup de soin les indices de réfraction de sept rayons différents, en les faisant passer de l'air dans des prismes de verre ou de cristal massifs, ou remplis de certains liquides. Les sept rayons qu'il a choisis et désignés à l'aide des lettres

B, C, D, E, F, G, H

correspondent à certaines raies que présente le spectre solaire. Ajoutons que, dans le Mémoire de Frauenhofer, deux séries d'expériences sont relatives à l'eau, et deux autres à une même espèce de flintglass. Cela posé, nommons

$$(5) \qquad \theta_1, \quad \theta_2, \quad \theta_3, \quad \theta_4, \quad \theta_5, \quad \theta_6, \quad \theta_7$$

les indices de réfraction relatifs aux sept rayons, et

$$(6) \qquad l_1, \quad l_2, \quad l_3, \quad l_4, \quad l_5, \quad l_6, \quad l_7$$

les longueurs d'ondulation correspondantes. En vertu de la loi ci-dessus énoncée, les différences entre les termes de la suite (5) devront être proportionnelles aux différences entre les termes de la suite

$$(7)\qquad \left(\frac{1}{l_1}\right)^2,\ \left(\frac{1}{l_2}\right)^2,\ \left(\frac{1}{l_3}\right)^2,\ \left(\frac{1}{l_4}\right)^2,\ \left(\frac{1}{l_5}\right)^2,\ \left(\frac{1}{l_6}\right)^2,\ \left(\frac{1}{l_7}\right)^2,$$

et par conséquent égales aux produits qu'on obtient en multipliant les dernières différences par le rapport

$$(8)\qquad \frac{\theta_7 - \theta_1}{\left(\frac{1}{l_7}\right)^2 - \left(\frac{1}{l_1}\right)^2}.$$

Or, d'après les expériences de Frauenhofer, relatives à l'eau, à une solution de potasse, et à diverses espèces de crownglass et de flintglass, les indices de réfraction correspondants aux sept rayons

B, C, D, E, F, G, H

sont ceux que présente le tableau suivant :

I[er] TABLEAU.

Indices de réfraction relatifs aux rayons B, C, D, E, F, G, H *de Frauenhofer.*

SUBSTANCES RÉFRINGENTES.	θ_1.	θ_2.	θ_3.	θ_4.	θ_5.	θ_6.	θ_7.
Eau, 1re série	1,330935	1,331712	1,333577	1,335851	1,337818	1,341293	1,344177
Eau, 2e série	1,330977	1,331709	1,333577	1,335849	1,337788	1,341261	1,344162
Solution de potasse	1,399629	1,400515	1,402805	1,405632	1,408082	1,412579	1,416368
Crownglass, 1re espèce	1,524312	1,525299	1,527982	1,531372	1,534337	1,539908	1,544684
Crownglass, 2e espèce	1,525832	1,526849	1,529587	1,533005	1,536052	1,541657	1,546566
Crownglass, 3e espèce	1,554774	1,555933	1,559075	1,563150	1,566741	1,573535	1,579470
Flintglass, 1re espèce	1,602042	1,603800	1,608494	1,614532	1,620042	1,630772	1,640373
Flintglass, 2e espèce	1,623570	1,625477	1,630585	1,637356	1,643466	1,655406	1,666072
Flintglass, 3e espèce, 1re série	1,626564	1,628451	1,633666	1,640544	1,646780	1,658849	1,669680
Flintglass, 3e espèce, 2e série	1,626596	1,628469	1,633667	1,640495	1,646756	1,658848	1,669686
Flintglass, 4e espèce	1,627749	1,629681	1,635036	1,642024	1,648260	1,660285	1,671062

» Les différences entre les nombres que renferme ce premier tableau, exprimées en millionièmes, se trouvent représentées par de nouveaux nombres, savoir, par ceux que renferme le tableau suivant.

IIe TABLEAU.

Différences entre les indices de réfraction relatifs aux divers rayons, exprimées en millionièmes.

SUBSTANCES RÉFRINGENTES.	$\theta_2 - \theta_1$	$\theta_3 - \theta_2$	$\theta_4 - \theta_3$	$\theta_5 - \theta_4$	$\theta_6 - \theta_5$	$\theta_7 - \theta_6$	$\theta_7 - \theta_1$
Eau — 1re série.	777	1865	2274	1967	3475	2884	13242
Eau — 2e série.	732	1868	2272	1939	3473	2901	13185
Solution de potasse	886	2290	2827	2450	4497	3789	16739
Crownglass — 1re espèce	987	2683	3391	2965	5571	4776	20372
Crownglass — 2e espèce	1010	2738	3418	3047	5605	4909	20734
Crownglass — 3e espèce	1159	3142	4175	3591	6794	5935	24696
Flintglass — 1re espèce	1758	4694	6038	5510	10730	9601	38331
Flintglass — 2e espèce	1907	5108	6771	6110	11940	10666	42502
Flintglass — 3e espèce, 1re série.	1887	5215	6878	6236	12069	10831	43116
Flintglass — 3e espèce, 2e série.	1873	5198	6828	6261	12092	10838	43090
Flintglass — 4e espèce	1932	5355	6988	6236	12025	10777	43313

» D'autre part, d'après les expériences de Frauenhofer, les longueurs d'ondulation, exprimées en cent-millionièmes de pouce, et correspondantes aux rayons

B, C, D, E, F, G, H,

peuvent être représentées par les nombres

(*a*) 2541, 2425, 2175, 1943, 1789, 1585, 1451,

ou par les suivants,

(*b*) 2541, 2422, 2175, 1945, 1794, 1587, 1464,

que Frauenhofer a substitués aux premiers à la fin de son Mémoire. Par suite les valeurs de $\frac{1}{l^2}$, correspondantes aux rayons

B, C, D, E, F, G, H,

peuvent être considérées sensiblement comme proportionnelles ou aux

nombres

(*c*) 155, 170, 211, 265, 312, 398, 475,

dont les différences respectives

(*d*) 15, 41, 54, 47, 86, 77,

offrent une somme égale à 320, ou aux nombres

(*e*) 155, 170, 211, 264, 311, 397, 467,

dont les différences

(*f*) 15, 41, 53, 47, 86, 70,

offrent une somme égale à 312. Cela posé, pour savoir si la loi précédemment énoncée se vérifie, il suffira d'examiner si l'on retrouve à très-peu près les nombres (*d*) ou (*f*), en multipliant les nombres compris dans les sept premières colonnes verticales du deuxième tableau, par le rapport de la somme 320 ou 312, au nombre compris dans la dernière colonne. Or, en opérant ainsi, on obtiendra pour produits des nombres qui donnent pour somme 320 ou 312, savoir, ceux que renferme l'un ou l'autre des tableaux suivants :

IIIe TABLEAU.

Nombres proportionnels aux différences entre les indices de réfraction relatifs aux divers rayons. (Somme 320.)

SUBSTANCES RÉFRINGENTES.						
Eau — 1re série	19	45	55	48	84	70
Eau — 2e série	18	45	55	47	84	70
Solution de potasse	17	44	54	47	86	72
Crownglass — 1re espèce	16	42	53	47	88	75
Crownglass — 2e espèce	16	42	53	47	87	76
Crownglass — 3e espèce	15	41	53	47	88	77
Flintglass — 1re espèce	15	39	50	46	90	80
Flintglass — 2e espèce	14	38	51	46	90	80
Flintglass — 3e espèce, 1re série	14	39	51	46	90	80
Flintglass — 3e espèce, 2e série	14	39	51	46	90	80
Flintglass — 4e espèce	14	40	51	46	89	80

IV^e TABLEAU.

Nombres proportionnels aux différences entre les indices de réfraction relatifs aux divers rayons. (Somme 312.)

SUBSTANCES RÉFRINGENTES.						
Eau — 1^re série...	18	44	54	46	82	68
Eau — 2^e série...	17	44	54	46	82	69
Solution de potasse...	16	43	53	46	84	72
Crownglass — 1^re espèce...	15	41	52	45	85	73
Crownglass — 2^e espèce...	15	41	51	46	84	74
Crownglass — 3^e espèce...	15	40	51	45	86	75
Flintglass — 1^re espèce...	14	38	49	45	87	78
Flintglass — 2^e espèce...	14	38	50	45	88	78
Flintglass — 3^e espèce — 1^re série...	14	38	50	45	87	78
Flintglass — 3^e espèce — 2^e série...	14	38	50	45	88	78
Flintglass — 4^e espèce...	14	39	50	45	87	78

» Il est important d'observer que la plus grande différence qui existe entre deux nombres correspondants des suites (d) et (f), savoir,

$$77 - 70 = 7,$$

est comparable aux plus grandes différences qui existent entre les termes de la suite (d) et les nombres correspondants que renferme chaque ligne horizontale du 3^e tableau, ou bien encore, entre les termes de la suite (f) et les nombres correspondants que renferme chaque ligne horizontale du IV^e tableau. En effet, ces dernières différences sont tantôt positives, tantôt négatives, et les plus grandes, abstraction faite du signe, sont

$$77 - 70 = 7 \quad \text{et} \quad 78 - 70 = 8.$$

On doit en conclure que la loi énoncée s'accorde avec les expériences de Frauenhofer, et se trouve vérifiée par elles avec un degré d'exactitude qui est sensiblement celui que comportent les erreurs d'observation. Toute-

fois, nous ajouterons que l'accord des observations de Frauenhofer avec les formules devient plus grand encore lorsque, dans la valeur de l'indice θ ou du rapport $\frac{s^2}{k^2}$, on conserve non-seulement le terme proportionnel à k^2, mais encore le terme proportionnel à k^4, en attribuant au terme constant, ainsi qu'aux coefficients de k^2 et de k^4, les valeurs que présentent les équations obtenues dans la 8e livraison des *Nouveaux Exercices de Mathématiques* (page 225). En vertu de ces équations, si l'on pose

$$s^2 = \mathcal{A} k^2 (1 - \alpha k^2 + \mathcal{C} k^4), \tag{9}$$

la valeur de k étant variable non-seulement avec la couleur, mais encore avec la substance que l'on considère, et déterminée par la formule

$$k = \frac{2\pi}{l},$$

si d'ailleurs on prend pour unité de longueur le mètre et pour unité de temps la seconde sexagésimale, les valeurs des coefficients $\mathcal{A}$, α, $\mathcal{C}$ seront celles que fournit le tableau suivant :

Ve TABLEAU.

Détermination des coefficients que renferme la formule (9).

SUBSTANCES RÉFRINGENTES.		$\left(\frac{1}{10}\right)^{16} \mathcal{A}$.	$10^{14} \alpha$.	$10^{28} \mathcal{C}$.
Eau		5,4890	0,00808	0,000373
Solution de potasse		4,9712	0,00815	0,000263
Crownglass	1re espèce	4,1935	0,00700	0,000113
	2e espèce	4,1858	0,00707	0,000111
	3e espèce	4,0378	0,00749	0,000061
Flintglass	1re espèce	3,8241	0,00941	−0,000052
	2e espèce	3,7298	0,00988	−0,000069
	3e espèce	3,7172	0,00996	−0,000071
	4e espèce	3,7152	0,01055	0,000016

» Le calcul des nombres que renferme le cinquième tableau, s'appuie sur cette supposition que, pour les rayons

B, C, D, E, F, G, H,

de Frauenhofer, les longueurs d'ondulation dans l'air, exprimées en cent-millioniêmes de pouce, sont respectivement

2541, 2425, 2175, 2943, 1789, 1585, 1451.

Alors ces mêmes longueurs, exprimées en dix-millioniêmes de millimètre, seront

(g) 6878, 6564, 5888, 5260, 4843, 4291, 3928.

Si, en prenant pour l une de ces dernières longueurs, on posait, comme ci-dessus,

$$k = \frac{2\pi}{l},$$

on devrait, dans la formule (9), remplacer k par θk. Alors, de cette formule réduite à

$$s^2 = \mathcal{A}\theta^2 k^2 (1 - \alpha^2 k^2 + \mathcal{C}\theta^4 k^4), \tag{10}$$

et résolue par rapport à θ, on déduirait des valeurs de θ sensiblement égales à celles que présente le Ier tableau, en prenant successivement pour l les divers termes de la suite (g), et pour k, s les valeurs que déterminent les équations

$$k = \frac{2\pi}{l}, \quad s = \Omega k,$$

quand on représente par Ω la vitesse avec laquelle les rayons se propagent dans l'air. Ajoutons qu'en déterminant ainsi les valeurs de k et de s correspondantes aux rayons

B, C, D, E, F, G, H

de Frauenhofer, on trouvera, 1° pour valeurs de $\left(\frac{1}{10}\right)^7 k$ les nombres

(h) 0,9135; 0,9571; 1,0672; 1,1946; 1,2974; 1,4644; 1,5996;

2° pour valeurs de $\left(\frac{1}{10}\right)^{15} s$, les nombres

(i) 2,833; 2,968; 3,309; 3,704; 4,023; 4,541; 4,960. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'une Commission qui aura à examiner les pièces adressées au concours pour le prix concernant les *Arts insalubres*.

Au premier tour de scrutin, MM. Dumas, Thenard, Pelouze, Payen, d'Arcet réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix de *Mécanique*. — Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert, Dupin, Séguier.

L'Académie procède enfin, toujours par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission dont la mission sera d'examiner les pièces envoyées au concours pour le prix de *Statistique*. — Commissaires, MM. Dupin, Mathieu, Pouillet, de Gasparin, Francœur.

M. *Payen* est nommé, en remplacement de feu M. *Double*, membre de la Commission qui doit faire le rapport sur un travail de M. *Petit*, de Maurienne, concernant les « habitations considérées sous le double point » de vue de l'hygiène publique et privée. »

M. *Duméril* est nommé, en remplacement de feu M. *Larrey*, membre de la Commission chargée d'examiner plusieurs Notes de M. *Guillon* concernant diverses questions chirurgicales.

MÉMOIRES LUS.

STATISTIQUE. — *Sur les lois générales de la population, découvertes par* M. Pouillet; *remarques de* M. **F. Demonferrand.**

(Commissaires, MM. Mathieu, Dupin, Pouillet.)

« Dans la séance du 7 novembre, M. Pouillet, en exposant ses vues sur les lois générales de la population, a cru devoir s'excuser modestement

d'une excursion en dehors de ses travaux habituels. Les amateurs de la statistique ont vu, au contraire, avec plaisir un physicien distingué porter ses méditations sur une science dont les progrès dépendent autant des bonnes méthodes d'observation que des perfectionnements du calcul.

» Personnellement, je n'ai qu'à m'applaudir de la nouvelle direction des travaux de M. Pouillet, puisque après une lecture attentive et réfléchie de mon *Essai sur la population*, il en adopte complétement la première partie, celle qui contient le résumé d'un grand nombre de documents discutés et critiqués l'un après l'autre. Quant à la seconde partie, il déclare mes tables de mortalité les moins imparfaites qui existent, et propose d'y introduire des corrections qui ne porteraient que sur la période de 25 à 60 ans, et qui abrégeraient de trois mois environ la vie probable au-dessus de ce dernier âge. Dût-il en résulter dans mes tables des modifications beaucoup plus graves, lorsque je pourrai ajouter à mes travaux une nouvelle période décennale, je profiterai de tous les progrès que la science aura faits; aussi ai-je lu avec un vif intérêt l'extrait du Mémoire de M. Pouillet. Tout en admirant la sagacité avec laquelle l'auteur a su démêler les éléments les moins variables dans le mouvement de la population, je conserve sur la précision des lois énoncées, et surtout sur l'application qu'en fait l'auteur, des doutes que je soumets à M. Pouillet lui-même et à l'Académie.

» Le but principal du Mémoire est d'évaluer les pertes éprouvées par le pays sur les champs de bataille pendant les longues guerres de la révolution et de l'empire. A cet effet, M. Pouillet suppose que la population restée paisible dans ses foyers a continué son développement normal, tandis que les générations d'hommes moissonnées par la guerre ont laissé derrière elles d'immenses lacunes dont l'étendue se mesurerait par la différence entre les nombres de décès que devraient donner des générations complètes et ceux que présente la population mâle suivante. Malgré l'autorité scientifique de l'auteur, cette hypothèse, qui domine tout le Mémoire du savant académicien, me paraît inadmissible. A la page 38 de l'*Essai sur la population*, j'ai indiqué sommairement une autre théorie sur laquelle je vais entrer dans quelques détails. Les générations qui couvrent le sol à une même époque ne sont pas simplement juxtaposées; toute perturbation un peu grave dans l'une d'elles réagit sur les autres et les modifie plus ou moins profondément. Ainsi les pertes d'hommes à la fleur de l'âge, l'absence prolongée d'un plus grand nombre, les infirmités de ceux qui rentraient dans leurs foyers et la destruction d'immenses ressources matérielles ont diminué les naissances des deux sexes, privé les vieillards et les

enfants de leurs soutiens naturels, enlevé à l'agriculture et à l'industrie les bras les plus robustes. Si donc les générations d'hommes de 1770 à 1794 ont payé leur sanglant tribut au fléau de la guerre, les femmes contemporaines ont eu à supporter la misère, les privations de toute espèce, les plus rudes travaux et les désastres de deux invasions. Les mêmes charges ont pesé sur les vieillards des deux sexes, nés avant 1770, sur les enfants nés même après 1794. Tous ont été soumis à des conditions d'existence bien moins favorables que dans l'état normal et présentent à tous les âges des populations décimées indirectement par les causes perturbatrices dont les pertes sur les champs de bataille sont l'effet le plus direct et le plus apparent, mais non pas le plus profond.

» M. Pouillet fait une autre hypothèse pour savoir quel serait, à une époque quelconque, l'état de la population sans l'action des causes perturbatrices, et il l'énonce ainsi : *On peut poser en principe que le rapport des populations doit être tel qu'il conserve la même valeur pendant que les populations se développent régulièrement.* D'où vient ce principe ? Il n'est point tiré de l'observation, il n'est pas démontré : c'est une hypothèse gratuite qui paraît empruntée à la théorie des causes finales. Or cette théorie, vraie en ce sens que plus on approfondit les sciences, plus on reconnaît de vues providentielles dans les phénomènes de la nature, est à juste raison repoussée comme méthode de découvertes, parce qu'en imaginant des causes finales, l'homme s'expose à substituer aux vues de la Providence ses conceptions incertaines et bornées. On va voir, d'ailleurs, que cette loi est en contradiction avec les faits observés et avec la première hypothèse de l'auteur.

» Un autre paragraphe du Mémoire montre clairement comment la mort anticipée de tout ou partie d'une génération d'hommes doit se manifester aujourd'hui par une diminution dans le nombre des décès masculins, et donner par suite un accroissement excédant des hommes sur les femmes. Mais il y a erreur à n'attribuer l'accroissement excédant qu'à cette seule cause, à en faire le symptôme et la mesure des causes perturbatrices. Cette erreur tient à ce que l'auteur a cherché la diminution des décès masculins dans l'accroissement excédant, effet complexe dont les vides des générations antérieures n'expliquent qu'une partie. Malgré les lacunes de la population, de 25 à 60 ans, âges où sont parvenues les générations exceptionnelles pendant la période de 1817 à 1831, le sexe masculin donne plus de décès que le sexe féminin, la différence varie chaque année par des causes actuelles plus puissantes que la réaction des causes perturba-

trices, puisque le résultat final est en sens contraire. Les naissances varient de même par des causes actuelles; ainsi l'accroissement excédant, qui est égal à la différence des naissances, moins la différence des décès, se compose de deux parties, dont l'une représente les causes influentes chaque année, et l'autre l'effet des causes antérieures.

» La théorie de M. Pouillet conduit aussi à l'existence normale d'un accroissement excédant. En effet, il en tire la preuve que les accroissements numériques des deux sexes sont dans le vrai rapport des populations pour lequel sa formule équivaut à $\frac{112}{111}$; il y aurait donc dans le développement régulier d'une population sans lacunes, un accroissement excédant; seulement il ne serait que $\frac{1}{223}$ de l'accroissement total, ou 815.

» L'observation directe des décès entre 25 et 60 ans, fera connaître avec plus de précision ce qu'il y a de régulier et de temporaire dans l'accroissement excédant trouvé, 23500. Or, les décès féminins de 25 à 60 ans ne surpassent les décès masculins que de 9918 par an, ou environ 10000; tout le reste, c'est-à-dire 13500, est la partie régulière et normale de l'accroissement excédant. L'effet temporaire réduit à moins de 10000 est loin de représenter les vides de la population par l'effet des pertes militaires. On est donc ramené forcément à la théorie des effets indirects de la guerre sur les populations restées dans leurs foyers. S'il fallait encore une preuve que l'accroissement excédant de la population des hommes est en grande partie indépendant des lacunes de la population, elle résulterait des observations faites au-dessous de 25 ans, qui donnent lieu à un accroissement excédant d'une valeur moyenne de 7755. On voit ainsi qu'il y a contradiction entre les deux hypothèses exposées dans le Mémoire, puisque la première attribue tout l'accroissement excédant à une cause temporaire, et que la seconde a pour conséquence un accroissement excédant normal. Il y a, d'une autre part, contradiction entre la seconde hypothèse, qui fixe la valeur de cette quantité à 815, et l'observation qui la porte à 13500. Enfin, il y a une forte discordance entre le rapport $\frac{112}{111}$, ou 1,009, trouvé théoriquement par M. Pouillet pour le rapport des accroissements numériques des deux sexes pendant les périodes de développement régulier, et le rapport 1,027, donné par la population au-dessous de 25 ans, qui n'a éprouvé l'action d'aucune cause perturbatrice, et qui forme près de moitié de la population totale.

» Indépendamment de l'application qui forme le but principal du Mé-

moire, l'auteur a découvert dans les éléments de la population deux fonctions qui varient dans des limites beaucoup plus resserrées que ces éléments eux-mêmes, ce qui donne lieu à l'énoncé de deux lois : 1° l'accroissement excédant des hommes est constant; 2° les mortalités relatives des deux sexes sont dans le rapport des naissances.

» Ces deux lois sont-elles fixes ou accidentelles ? les nombres qui les donnent oscillent-ils autour d'une valeur moyenne dont on approche de plus en plus à mesure que l'on étend le cercle des observations ? La série de 1817 à 1840 ne me paraît pas suffisante pour répondre à ces questions.

» L'accroissement excédant varie de 40000 à 540; les quatre moyennes par périodes de six ans, sont 27292, 24341, 20397 et 21666. Les trois premières indiqueraient une diminution graduelle qui est contredite par la dernière, et les moyennes extrêmes diffèrent de plus de $\frac{1}{7}$ de la moyenne générale 23424.

» Quant aux mortalités relatives, M. Pouillet les obtient en divisant, dans chaque sexe, le nombre des décès par la population, et il trouve que les mortalités relatives sont proportionnelles aux naissances, ou, en d'autres termes, que le rapport des nombres absolus de décès, divisé par le rapport des populations, donne un quotient constant égal au rapport des naissances des deux sexes. La première partie de cette loi revient encore à dire que le rapport des décès varie aussi lentement que le rapport des populations et dans le même sens. Remarquons, avant toute discussion, que les trois fractions dont il est ici question surpassent toutes l'unité d'une petite quantité ; les comparaisons ne peuvent donc porter que sur les décimales qui suivent la partie commune égale à l'unité. Or, même en écartant l'année 1832, où, par exception, les décès féminins l'ont emporté sur les décès masculins, on trouve des valeurs qui varient de 1 dix-millième à 440 dix-millièmes. Les moyennes par six années donnent 119, 133, 135 et 152 dix-millièmes, valeurs qui vont en croissant, dans le même sens que les populations Ainsi il est possible que le rapport des mortalités relatives soit constant, mais il n'est pas égal au rapport des naissances. Avant d'exposer les raisons sur lesquelles je fonde cette assertion, je ferai remarquer une discordance assez forte entre la valeur de l'accroissement excédant tirée des rapports observés dans les naissances et dans les mortalités absolues, et cette valeur tirée des mouvements de la population. L'accroissement excédant est lié avec les autres éléments de la population, d'après les théories du Mémoire et en

conservant les mêmes notations, par la formule

$$\varepsilon = N'\left[a - 1 - \left(\frac{M}{M'} - 1\right)(1 - p)\right],$$

qui donnerait 25394, au lieu de 23424, en prenant pour $\frac{M}{M'}$ la valeur moyenne générale 10135, ce qui laisse encore une incertitude de $\frac{1}{12}$ sur la moyenne de l'accroissement excédant qui résulterait des théories de l'auteur.

» C'est ici le cas d'observer que les documents officiels sur la population du royaume n'ont pas tous la même valeur, ne méritent pas tous la même confiance. Les plus exacts sont les listes du recrutement, ensuite le relevé des naissances, puis le relevé des décès et, au dernier rang, les recensements. Quand on veut apprécier des lois un peu précises, il ne faut pas combiner ces quatre espèces de documents sans leur faire subir une discussion approfondie et des corrections indispensables surtout pour les recensements. Sans sortir de la question, pour déterminer par les recensements le rapport de la population des deux sexes, il faut d'abord se rappeler que la seule colonne des militaires a donné lieu à une omission de 100 000 hommes en 1831. Il faut, en outre, examiner s'il n'y a point dans l'opération une cause d'erreur toujours dans le même sens. Or la vie plus sédentaire des femmes doit rendre les omissions sur ce sexe plus rares que pour les hommes, surtout dans les départements qui ont un grand mouvement extérieur. En effet, les départements qui forment les côtes de l'Océan et la frontière du Nord comprennent un peu moins du tiers de la population totale du royaume et présentent les $\frac{21}{40}$ de l'excédant de population féminine. En partant de ces données et du rapport 1,041 pour la France entière, on trouve pour les autres départements 1,019. Les recensements de 1836 et de 1841, auxquels il faudrait appliquer des corrections analogues, donnent pour la France entière 1,035 et 1,027. On sera donc plutôt au-dessus qu'au-dessous de la vérité, en adoptant, pour le rapport moyen des populations de 1817 à 1831, 1,03, qui donne, pour le rapport des mortalités relatives, 1,044, au lieu de $1{,}066 = \frac{N}{N'}$. Pour que la loi énoncée dans le Mémoire fût exacte, il faudrait que le rapport des populations fût 1,05, nombre supérieur aux résultats des recensements, même avant les corrections. Dans l'*Essai sur la*

population, l'excédant de population féminine a été reconnu, mais la valeur absolue en a été évaluée seulement à 2 pour 100.

» Pour résumer en peu de mots mes objections contre le calcul des pertes de guerre pendant un quart de siècle, je dirai :

» 1°. Que l'accroissement excédant n'est pas uniquement l'effet passager des vides de la population masculine; il est dû en grande partie à un fait normal, qui se manifeste à tous les âges, dont l'expression numérique moyenne a été de 13500 de 1817 à 1831, lorsque dans la même période la cause temporaire indiquée par M. Pouillet n'a contribué à l'effet total que pour 9900 par an.

» 2°. Les valeurs moyennes de cet excédant sont déduites de valeurs trop divergentes; les moyennes par groupes sont trop différentes pour que l'on puisse encore rien affirmer sur la marche de cette fonction.

» 3°. Les mêmes motifs laissent subsister des incertitudes sur la constance du rapport des mortalités relatives, qui diffère beaucoup de celui des naissances.

» Je profiterai de cette occasion pour faire connaître à l'Académie un résultat inespéré que j'ai constaté dans le cours du travail que je soumets aujourd'hui à son jugement. En me guidant sur des analogies dont on pouvait contester l'exactitude, et qui laissaient subsister d'assez grandes chances d'erreur, j'avais porté provisoirement, dans l'*Essai sur la population,* à 34512 le nombre probable d'enfants qui décèdent chaque année avant la déclaration à l'officier de l'état civil. Or, en relevant le mouvement de la population en 1840, j'ai vu que le nombre de ces enfants a été de 33878, non compris le département des Hautes-Alpes, qui n'a pas fourni de renseignements.

Accroissement excédant.

ANNÉES.		ANNÉES.		ANNÉES.		ANNÉES.	
1817	14 386	1823	19 546	1829	540	1835	17 966
1818	27 604	1824	23 424	1830	18 888	1836	19 996
1819	31 232	1825	30 202	1831	22 306	1837	26 032
1820	40 887	1826	27 037	1832	30 365	1838	20 651
1821	28 974	1827	25 815	1833	25 825	1839	24 660
1822	20 668	1828	20 024	1834	24 458	1840	20 688
Moyenne	27 292	Moyenne	24 341	Moyenne	20 397	Moyenne	21 666
Moyenne des 24 ans....... 23 424							

Rapport des mortalités absolues.

ANNÉES.		ANNÉES.		ANNÉES.		ANNÉES.	
1817	1,0440	1823	1,0172	1829	1,0179	1835	1,0320
1818	1,0008	1824	1,0136	1830	1,0182	1836	1,0238
1819	1,0044	1825	1,0064	1831	1,0222	1837	1,0031
1820	1,0001	1826	1,0202	1832	1,9968	1838	1,0181
1821	1,0078	1827	1,0089	1833	1,0134	1839	1,0075
1822	1,0171	1828	1,0154	1834	1,0142	1840	1,0085
Moyenne..	1,0119	Moyenne	1,0133	Moyenne	1,0133	Moyenne	1,0152
Moyenne des 24 ans...... 1,0135							

» Si l'on écartait l'année 1842, la marche des moyennes serait 119,133, 172,152, et la moyenne générale serait 1,0143.

Addition à la Note sur les lois générales de la population.

» Avant d'exposer les observations que j'ai à opposer au Mémoire de M. Pouillet, je prends la liberté de rappeler à l'Académie que j'avais de-

mandé la parole le 21 novembre, que j'ai fait parafer mon Mémoire par le bureau dans la séance du 28. Si donc il y a quelques points d'analogie entre mes critiques et celles que M. Mathieu a lues dans la séance du 5 décembre, cette circonstance tient à la nature des choses, et les objections prennent plus de force présentées par deux auteurs qui ne se sont pas concertés. Je passerai rapidement sur cette partie de mon Mémoire, pour ne pas fatiguer l'attention de l'Académie. Je demanderai ensuite à ajouter de courtes observations sur le Mémoire dans lequel M. Dupin a proposé une division des départements en maritimes et continentaux, et cherché les différences de ces deux catégories sous le rapport des naissances des deux sexes.

» Dans un Mémoire lu à la séance du 5 décembre, M. Charles Dupin a exposé des recherches fort curieuses sur les variations qu'éprouve le rapport des naissances des deux sexes en différents temps et en différents lieux. D'accord sur ce point avec M. Mathieu, il a montré que ce rapport semble diminuer avec le temps, depuis le commencement du siècle. Avant d'en rien conclure pour l'avenir, il faudra peut-être distinguer la partie de cette variation qui tient à l'accroissement assez rapide du nombre des enfants naturels, qui ne formaient, de 1817 à 1822, que les 0,072 des naissances légitimes, et qui sont arrivés à 0,08, de 1835 à 1839. En même temps le rapport des deux sexes dans les naissances d'enfants naturels, qui était 1,0502 dans la première série de cinq années, n'est plus que de 1,0366 dans la dernière. Cette double cause contribue pour une assez forte part aux variations du rapport des sexes dans la totalité des naissances. Aussi ce rapport, considéré seulement dans les naissances légitimes, varie très-lentement : il était 1,0671 de 1817 à 1822, et de 1,0629 de 1835 à 1839; et peut-être ne faudrait-il pas conclure trop vite qu'il est dans une période de décroissement; car, pour 1840, le rapport sur la totalité des naissances est remonté à 1,0653.

» Quant aux différences que présentent sous ce point de vue les diverses régions de la France, peut-être n'en faudra-t-il également chercher les lois qu'après avoir retranché les naissances d'enfants naturels; car, en classant les départements d'après la valeur du rapport sur la totalité des naissances, on place dans la même catégorie des populations fort éloignées et par la position géographique et par les conditions d'existence. L'ordre auquel on parvient se refuse à la division proposée par M. Dupin, en régions maritimes et régions continentales. Ainsi, parmi les dix-huit départements où le nombre relatif des garçons est le plus faible, on ne trouve que cinq

départements maritimes, et dans la même catégorie le Puy-de-Dôme, la Haute-Saône, l'Indre, la Corrèze, etc. Pour embrasser six autres départements maritimes, il faut remonter jusqu'au n° 28, et plusieurs départements, les uns sur le littoral de l'Océan, la Somme, les Landes, la Vendée et la Gironde, les autres sur les côtes de la Méditerranée, l'Aude, le Var et les Pyrénées-Orientales, donnent des rapports très-supérieurs à la moyenne de la France, 1,063, et qui s'élèvent jusqu'à 1,090. La voie ouverte par M. Dupin, malgré les objections que l'on peut faire à ce premier essai, promet cependant à la science des résultats importants. Il est probable que, quand on connaîtra la véritable classification des diverses contrées de la France, par rapport aux naissances relatives des deux sexes, on trouvera que les départements d'une même catégorie auront des lois communes pour d'autres éléments de la population.

1. Bouches-du-Rhône.
2. Haute-Saône.
3. Seine.
4. Eure.
5. Hérault.
6. Marne.
7. Garonne (Haute-).
8. Rhône.
9. Manche.
10. Alpes (Basses-).
11. Eure-et-Loir.
12. Côtes-du-Nord.
13. Puy-de-Dôme.
14. Vaucluse.
15. Rhin (Haut-).
16. Nord.
17. Indre.
18. Corrèze.
19. Ain.
20. Pyrénées (Basses-).
21. Finistère.
22. Charente-Inférieure.
23. Vienne (Haute-).
24. Calvados.
25. Yonne.
26. Seine-Inférieure.
27. Loir-et-Cher.
28. Loire-Inférieure.
29. Pas-de-Calais.
30. Tarn-et-Garonne.
31. Jura.
32. Vosges.
33. Rhin (Bas-).
34. Aveyron.
35. Gard.
36. Morbihan.
37. Marne (Haute-).
38. Loiret.
39. Ariége.
40. Aisne.
41. Seine-et-Marne.
42. Aude.
43. Isère.
44. Meurthe.
45. Ile-et-Vilaine.
46. Orne.
47. Gironde.
48. Seine-et-Oise.
49. Cantal.
50. Loire.
51. Saône-et-Loire.
52. Var.
53. Lot.
54. Côte-d'Or.
55. Tarn.
56. Somme.
57. Pyrénées (Hautes-).
58. Ardèche.
59. Ardènnes.
60. Vendée.

61. Nièvre.	74. Loire (Haute-).
62. Alpes (Hautes-).	75. Sarthe.
63. Creuse.	76. Vienne.
64. Aube.	77. Charente.
65. Mayenne.	78. Sèvres (Deux-).
66. Drôme.	79. Gers.
67. Doubs.	80. Landes.
68. Corse.	81. Dordogne.
69. Maine-et-Loire.	82. Lot-et-Garonne.
70. Meuse.	83. Indre-et-Loire.
71. Pyrénées-Orientales.	84. Allier.
72. Moselle.	85. Oise.
73. Cher.	86. Lozère.

CHIMIE. — *Recherches sur les acides métalliques; par* M. **Ed. Fremy.** (3me Mémoire.)

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Pelouze, Regnault.)

« Dans le premier Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, j'ai fait connaître une nouvelle combinaison du fer avec l'oxygène, que j'ai nommée *acide ferrique*. Le second Mémoire a été consacré à l'étude de l'acide stannique. Celui que je présente aujourd'hui fera connaître quelques propriétés nouvelles des oxydes d'aluminium, de zinc, de plomb, d'étain et de bismuth. Je crois avoir démontré, dans mes recherches sur l'acide stannique, qu'un acide métallique ne prend des propriétés électronégatives que lorsqu'il est combiné avec l'eau, qu'il les perd lorsqu'il devient anhydre, et que sa capacité de saturation augmente avec les proportions d'eau qu'il contient : ce principe se trouve confirmé par les expériences que je vais communiquer à l'Académie.

» Tous les chimistes savent que l'alumine se dissout avec facilité dans la potasse et la soude; mais on n'avait pas encore analysé une combinaison définie d'alumine et d'alcali. L'analyse d'une pareille combinaison m'a paru importante; elle devait démontrer que l'alumine se comporte, dans certains cas, comme un acide; on savait du reste déjà que l'alumine se trouve, dans certains minéraux, à l'état d'aluminate. J'ai pu préparer de l'aluminate de potasse parfaitement cristallisé; j'ai trouvé que ce sel était formé de 1 équivalent d'alumine et de 1 équivalent de potasse. Ce sel est hydraté, et contient 2 équivalents d'eau; ainsi, dans les aluminates neutres, le rapport entre l'oxygène de l'acide et celui de la base est comme 3 : 1.

» L'examen des combinaisons de l'oxyde de zinc avec les alcalis m'a pré-

senté de grandes difficultés. Ces composés sont en général déliquescents, et ne cristallisent pas. Je suis cependant arrivé à préparer un zincate de potasse cristallisé, en traitant une dissolution d'oxyde de zinc dans la potasse par une petite quantité d'alcool; on obtient, dans ce cas, un sel cristallisé en longues aiguilles, que je considère comme un bizincate de potasse. Ce sel est immédiatement décomposé par l'eau en oxyde de zinc anhydre et en potasse qui reste en dissolution.

» L'action que les alcalis exercent sur le protoxyde d'étain m'a présenté des particularités fort curieuses. D'après quelques chimistes, le protoxyde d'étain en dissolution dans un alcali laisserait déposer, par l'évaporation de la liqueur, des cristaux d'étain métallique; d'après d'autres, cette dissolution abandonnerait des cristaux de protoxyde d'étain anhydre. Les expériences que j'ai faites à ce sujet m'ont démontré que lorsqu'on fait dissoudre du protoxyde d'étain dans une faible proportion d'alcali, et que l'on concentre la liqueur sous le récipient d'une machine pneumatique, il arrive un moment où l'alcali s'empare de l'eau d'hydratation du protoxyde d'étain; l'oxyde d'étain perd alors sa solubilité dans l'alcali, et se précipite à l'état anhydre. Lorsqu'on fait, au contraire, dissoudre le protoxyde d'étain hydraté dans de l'alcali en excès, et qu'on évapore rapidement la liqueur, le protoxyde d'étain se décompose en acide stannique, qui reste combiné avec l'alcali, et en étain qui se précipite. On voit donc que c'est la proportion d'alcali en excès qui fait varier la décomposition. Les observations précédentes démontrent que la potasse en dissolution peut agir sur l'eau d'hydratation d'un oxyde, et le faire passer à l'état anhydre. Cette expérience devait m'engager à étudier l'influence des autres corps en dissolution sur l'hydrate de protoxyde d'étain, et c'est cet examen qui m'a fait découvrir différents états isomériques du protoxyde d'étain. Lorsqu'on fait bouillir de l'hydrate de protoxyde d'étain avec une quantité de potasse insuffisante pour le dissoudre, il arrive un moment où le précipité, qui était sans aucune apparence de cristallisation, se transforme tout à coup en une infinité de cristaux très-durs, brillants et entièrement noirs. Ce corps est du protoxyde d'étain anhydre.

» Cet oxyde diffère, par la couleur et la cristallisation, de l'oxyde d'étain préparé par le procédé si curieux donné par M. Gay-Lussac, qui consiste à faire bouillir du protochlorure d'étain avec un excès d'ammoniaque; mais on peut facilement ramener ces deux oxydes au même état; car, si l'on chauffe dans un tube de l'oxyde d'étain noir préparé par de la potasse, arrivé à une température de 200° environ, il éprouve une sorte

de décrépitation, les cristaux se séparent violemment, augmentent de volume, changent de forme et se métamorphosent en oxyde olivâtre semblable en tous points à l'oxyde préparé par la méthode de M. Gay-Lussac. Des sels en dissolution ont aussi la propriété de déshydrater rapidement le protoxyde d'étain. Si l'on fait bouillir pendant quelques secondes de l'hydrate de protoxyde d'étain dans des dissolutions concentrées de chlorure de potassium, de sel ammoniac, on voit bientôt l'oxyde se déshydrater. Si l'on vient à évaporer une petite quantité de protoxyde d'étain hydraté tenu en suspension dans une dissolution très-faible de sel ammoniac, au moment où le sel se précipite de sa dissolution, l'hydrate se transforme en une poudre d'un très-beau rouge de vermillon. Ce corps est encore du protoxyde d'étain sous un nouvel état isomérique. On peut très-facilement le transformer en oxyde de couleur olivâtre par un agent mécanique; car, quand on vient à le frotter avec un corps dur, il reprend immédiatement la couleur brune qui caractérise le protoxyde d'étain anhydre. Ainsi donc j'ai pu obtenir, par les procédés que je viens de décrire, le protoxyde d'étain sous trois états physiques différents : à l'état noir, olivâtre et rouge.

» Le protoxyde d'étain n'est pas le seul oxyde qui ait la propriété de se déshydrater sous l'influence des alcalis. Lorsqu'on fait bouillir de l'hydrate d'oxyde de bismuth avec une dissolution alcaline, il arrive un moment où le précipité, qui était d'abord blanc, se transforme en une quantité considérable de petites aiguilles jaunes et brillantes, qui sont de l'oxyde de bismuth anhydre.

» L'action que les alcalis exercent, à une température élevée, sur l'oxyde de bismuth, m'a permis d'isoler dans un état de pureté absolue le peroxyde de bismuth. On sait que cet oxyde avait été indiqué par différents chimistes; mais jusqu'à présent ce corps n'avait pas été obtenu à l'état pur. Dans un travail fort bien fait, M. Jacquelain a prouvé que l'oxyde de bismuth, chauffé au creuset d'argent avec un alcali, se peroxyde et se combine avec l'alcali; mais M. Jacquelain n'avait pu obtenir le peroxyde de bismuth à l'état isolé.

» J'ai reconnu que lorsqu'on chauffe de l'oxyde de bismuth avec de la soude, il absorbe l'oxygène et se transforme en bismuthate de soude; et si l'on vient à faire bouillir ce sel avec un excès de soude, l'oxyde métallique se déshydrate et abandonne alors l'alcali, comme dans les expériences que j'ai décrites précédemment. Cet oxyde ainsi obtenu est de couleur puce, comme le peroxyde de plomb, et peut être lavé avec de l'acide nitrique concentré sans se décomposer. Cet oxyde, analysé, a présenté la compo-

sition suivante : Bi^2O^4. Ainsi donc les deux oxydes de bismuth ont évidemment pour formule Bi^2O^3, Bi^2O^4. Ce résultat est parfaitement d'accord avec les expériences de M. Jacquelain et les travaux récents de M. Regnault sur la chaleur spécifique du bismuth et celle de ses combinaisons.

» Il me reste enfin à parler des expériences que j'ai faites sur les oxydes de plomb.

» Le protoxyde de plomb se dissout dans les alcalis et forme des composés cristallisés avec quelques bases. Mais l'hydrate de protoxyde de plomb se déshydrate, sous l'influence des alcalis, avec autant de facilité que les oxydes d'étain et de bismuth. C'est ainsi que, lorsqu'on fait bouillir de l'hydrate de protoxyde de plomb avec une quantité d'alcali insuffisante pour le dissoudre, l'hydrate se transforme en oxyde de plomb anhydre et parfaitement cristallisé.

» C'est cet oxyde que M. Payen avait déjà obtenu en traitant l'acétate de plomb par l'ammoniaque. Cet oxyde peut, comme l'a fait remarquer M. Payen, changer de couleur lorsqu'on le porte à une température élevée ; le frottement peut aussi opérer cette transformation.

» Les dissolutions du protoxyde de plomb dans les alcalis laissent déposer par l'évaporation des cristaux d'oxyde de plomb anhydre, qui diffèrent des précédents par la facilité avec laquelle ils se dissolvent dans les dissolutions alcalines même étendues.

» Les observations que j'ai faites sur le protoxyde de plomb démontrent donc que cet oxyde se combine avec les bases lorsqu'il est hydraté, mais que, semblable au protoxyde d'étain, il se déshydrate sous l'influence même des alcalis qui le tiennent en dissolution, et qu'il se précipite alors à l'état cristallin et anhydre en présentant des propriétés différentes, selon les circonstances qui ont déterminé sa précipitation.

» Il existe un peroxyde de plomb, que l'on nomme souvent *oxyde puce*, qui avait présenté jusqu'alors des propriétés indifférentes ; on pensait jusqu'à présent que cet oxyde ne pouvait contracter aucune combinaison. Tous les chimistes considèrent cependant le minium comme une combinaison de peroxyde de plomb avec le protoxyde. Ce fait devait m'engager à rechercher si le peroxyde de plomb ne pourrait pas s'unir à d'autres bases.

» Or il résulte des expériences que j'ai faites à ce sujet que le peroxyde du plomb est un véritable acide qui peut se combiner avec toutes les bases pour former des sels bien définis et souvent cristallisés qui ont pour formule générale PbO^2,MO.

» Je proposerai donc de donner à la seconde combinaison du plomb avec l'oxygène le nom d'acide *plombique*, en réservant le nom de *plombites* aux sels formés par l'union du protoxyde de plomb avec les oxydes métalliques, pour les distinguer des *plombates* qui résultent de la combinaison du peroxyde de plomb avec les bases.

» Les plombates se préparent tous par voie sèche. On obtient les plombates de potasse et de soude en faisant chauffer au creuset d'argent du peroxyde de plomb (acide plombique) avec ces alcalis en excès. On traite la masse par l'eau; la liqueur abandonne par l'évaporation des cristaux parfaitement définis de plombate alcalin. On peut aussi obtenir ces sels en chauffant à l'air du protoxyde de plomb avec de l'alcali qui se peroxyde et qui oxygène le protoxyde de plomb.

» Les plombates de potasse et de soude cristallisent parfaitement dans une eau alcaline, mais sont décomposés par l'eau pure. Lorsqu'on vient par conséquent à étendre d'une grande quantité d'eau une dissolution de plombate, elle ne tarde pas à se colorer en rouge foncé et laisse déposer de l'acide plombique. Les acides forment dans les plombates un précipité d'acide plombique.

» Tous les plombates s'obtiennent en calcinant à l'air un mélange d'oxyde métallique et de protoxyde de plomb. Ainsi donc le minium est un des sels de la série des plombates; c'est un plombate de protoxyde de plomb; qui se prépare par la méthode générale que je viens d'indiquer. On sait que lorsqu'un métal peut former à la fois un oxyde et un acide, il existe en général une combinaison de l'acide avec l'oxyde; nous citerons ici, par exemple, le chromate de chrome, le tungstate de tungstène, le stannate d'étain, etc., etc. Le minium vient donc se ranger dans cette série de composés.

» Tel est le résumé des expériences qui composent mon troisième Mémoire sur les acides métalliques; elles démontrent :

» 1°. Que les protoxydes d'étain et de plomb ne doivent leur solubilité dans les alcalis qu'à l'eau d'hydratation; qu'ils peuvent la perdre sous de faibles influences, et que les oxydes se précipitent alors à l'état anhydre et avec des propriétés qui dépendent des circonstances qui ont déterminé la précipitation.

» 2°. Que le bismuth peut former un peroxyde qui a pour formule Bi^2O^4, que l'on peut obtenir à l'état isolé, ce qui confirme le poids atomique déduit de la chaleur spécifique du bismuth et de celle de ses combinaisons.

» 3°. Que la seconde combinaison du plomb avec l'oxygène, que l'on avait considérée jusqu'à présent comme un corps indifférent, est un véritable acide qui forme avec les bases des sels cristallisés.

» Les faits nouveaux que j'ai observés jusqu'à présent sur les oxydes métalliques m'ont déterminé à passer en revue toutes les combinaisons des métaux avec l'oxygène; j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats qui me paraîtront dignes de son attention. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur la kératoplastie; par* M. le docteur **Feldmann**, de Munich.

(Commissaires, MM. Magendie, Flourens, Roux.)

Ce travail, dont l'auteur avait d'avance présenté les principaux résultats dans une Lettre adressée à l'Académie, en date du 31 octobre dernier (voir *Comptes rendus,* t. XV, p. 851), contient en outre un exposé historique des essais qui ont été faits relativement au recollement d'une cornée transparente complétement détachée.

CHIRURGIE. — *Note sur un nouvel agent pour la thérapeutique de l'hydrocèle. Avantages qu'on pourrait retirer de cet agent dans tous les cas d'hydropisies enkistées et dans certaines œdèmes des membres; son efficacité pour obtenir l'oblitération définitive du sac herniaire dans le jeune âge; par* M. **Morisset**.

Le médicament dont l'auteur recommande l'emploi pour les diverses affections énumérées dans le titre de son Mémoire est la décoction d'écorce de chêne.

(Commissaires, MM. Roux, Breschet.)

CHIRURGIE. — *Note sur une opération pratiquée dans un cas d'hypospadias; par* M. **Guillon**.

(Commission nommée pour de précédentes communications du même auteur.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur les seiches et sur divers phénomènes qui sont observés sur le lac de Genève, ou non loin de ce lac, et qui intéressent l'avenir de la navigation du Rhône;* par M. **Valée.**

(Commissaires, MM. Biot, Élie de Beaumont, Babinet.)

MATHÉMATIQUES. — *Nouvelle théorie des parallèles; formule générale pour la formation des puissances des nombres entiers;* par M. **Le Villain.**

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville.)

M. l'abbé **Fabre**, qui avait déjà adressé des États-Unis d'Amérique quelques *observations météorologiques* faites près de Mobile, dans l'Alabama, annonce l'intention de soumettre au jugement de l'Académie une série d'observations de même nature faites dans la Floride depuis le 1er janvier 1841 jusqu'au mois de juillet 1842.

Une Commission, composé de MM. Arago, Bouvard et Mathieu, est chargée de prendre connaissance de ces observations.

M. **Favre**, missionnaire apostolique de la congrégation des missions étrangères, annonce son prochain départ pour *Pulo-pinang*, et offre à l'Académie de faire dans cette île, où il doit séjourner longuement, les observations de physique et de météorologie qui paraîtraient devoir offrir le plus d'utilité pour la science.

» La position de Pulo-pinang, peu éloignée de l'équateur magnétique, rendrait particulièrement intéressantes des observations de magnétisme terrestre faites d'une manière suivie et avec des instruments d'une précision suffisante.

Une Commission, composée de MM. Arago, Mathieu et Gambey, se mettra à cet effet en communication avec M. l'abbé Favre.

M. **Rouget de l'Isle** adresse une Note sur la *pourpre des Murex* et sur la supériorité qu'offrent les résultats employés aujourd'hui pour la teinture, relativement à ceux auxquels les anciens avaient recours.

(Renvoi à la Commission nommée pour un Mémoire de M. Bizio.)

M. **Knab** soumet au jugement de l'Académie deux *planches en couleur représentant des machines,* et exécutées par les procédés employés dans la fabrication des papiers de tenture. M. Knab pense que la dimension de ces

figures et le bas prix auquel on pourra les livrer au commerce, permettront d'en tirer parti pour donner dans les écoles une idée de la construction des machines le plus communément employées dans les arts industriels.

(Commissaires, MM. Thenard, Élie de Beaumont, Piobert.)

M. **Pernet** écrit que l'instrument employé par M. *Tanchou* pour exercer une compression graduée, dans les cas de tumeurs cancéreuses, a été imaginé par lui ; il s'étonne que son nom ait été omis dans la partie de la Note de M. Tanchou où cet appareil se trouve mentionné.

(Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. Tanchou.)

M. **Passot** adresse diverses remarques sur le Rapport fait, il y a quelques séances, par MM. Cauchy et Coriolis, sur les Mémoires qu'il a présentés.

(Renvoi à l'ancienne Commission.)

M. **Durand** adresse une réclamation relative au Rapport qui a été fait sur divers Mémoires qu'il avait successivement présentés.

(Renvoi à la Commission qui a fait le Rapport.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter de nouveau un candidat pour la place de professeur-adjoint qui sera chargé de l'enseignement de la physique à l'École de Pharmacie de Montpellier; une première présentation faite par l'Académie n'a pu être considérée comme valable, le candidat désigné ne remplissant pas deux des conditions exigées pour ces sortes de places, celle de justifier du diplôme de licencié ès sciences physiques et du titre de pharmacien obtenu dans une des trois écoles spéciales.

Les cours de l'École de Pharmacie étant déjà commencés, et le besoin de pourvoir à la place vacante étant ainsi très-urgent, la Section de Physique est invitée à s'occuper immédiatement de la demande de M. le Ministre, et à faire, s'il se peut, une présentation dans le comité secret qui doit avoir lieu à la fin de la séance.

PHYSIQUE. — *Remarques à l'occasion d'une réclamation de priorité soulevée par* M. Colladon. — Lettre de M. **Plateau.**

« Dans la séance du 24 octobre dernier, il a été donné lecture, à l'Académie, d'une lettre de M. Colladon, relative à une application remarquable de la réflexion de la lumière. Après avoir décrit ses expériences, l'auteur ajoute : « M. Plateau a lu, à l'Académie de Bruxelles, le 4 juillet » 1842, une Note «sur l'inflexion de la lumière qui frappe obliquement une » surface métallique concave»; les expériences que je viens d'énumérer sont » antérieures, de plusieurs mois, à cette communication de M. Plateau. Le » cabinet du Conservatoire des Arts et Métiers de Paris possède, depuis » le mois d'octobre 1841, un de mes appareils, etc. »

» Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de répondre à cette réclamation. Je reconnais pleinement l'antériorité des curieuses expériences de M. Colladon, et, si je les avais connues, je les aurais citées dans ma Notice, à cause de la relation qu'elles ont avec les miennes. Mais cette relation ne me paraît nullement de nature à motiver une réclamation de priorité. Mes recherches diffèrent essentiellement de celles de M. Colladon, et dans le principe qu'elles ont pour but de développer, et dans le procédé d'expérimentation, et dans le spectacle qu'elles offrent aux yeux.

» En effet, mon but a été de faire voir qu'il résultait des lois de la réflexion cette conséquence remarquable, que l'*on peut faire marcher la lumière en ligne courbe, et même l'obliger à décrire une courbe donnée.* Et, en exprimant ce principe, j'ai parfaitement entendu, comme on peut s'en convaincre par le commencement de ma Notice, qu'il s'agissait d'une *véritable courbe*, décrite par un rayon lumineux élémentaire. Pour montrer comment on pouvait obtenir cette marche en ligne courbe, j'ai supposé qu'un seul rayon tombait *tangentiellement* sur un élément de la concavité d'une courbe polie. Chacun voit, en effet, qu'alors le rayon sera obligé de glisser en réalité le long de la courbe en la suivant parfaitement, tant que la courbure de celle-ci ne changera pas de signe.

» On ne trouvera, j'espère, aucune analogie entre ce qui précède et les principes sur lesquels reposent les expériences de M. Colladon.

» Maintenant, pour représenter plus ou moins bien aux yeux la marche curviligne de la lumière, j'ai employé, au lieu d'une simple courbe polie, la surface polie d'une lame d'acier courbée, et, au lieu d'un rayon élémentaire, j'ai employé une tranche très-mince de lumière solaire, que j'ai

fait tomber à l'une des extrémités de la lame en question, dans une direction sensiblement tangentielle. Mais alors aussi j'ai fait remarquer nettement, dans ma Notice, qu'il n'y avait qu'une tranche infiniment mince de lumière qui se mouvait réellement en ligne courbe, et que tous les autres rayons devaient tracer des lignes brisées à éléments très-nombreux.

» La lame lumineuse curviligne qui résulte, pour les yeux, de l'ensemble de ces rayons brisés, présente, je l'avoue, beaucoup d'analogie avec le faisceau de lumière que M. Colladon emprisonne dans une veine liquide parabolique, car les rayons élémentaires qui composent ce faisceau, éprouvant une série de réflexions totales, tracent aussi des lignes brisées dont l'ensemble est renfermé dans une enveloppe curviligne. Mais on le voit, les rayons brisés de mes expériences ne sont qu'un moyen grossier et imparfait de montrer aux yeux la réalisation du principe énoncé. Ce principe lui-même, qui constitue le but et qui forme la base de mes expériences, M. Colladon n'en avait nullement besoin pour ses recherches, et il n'y a pas songé.

» Je dois ajouter que les procédés de M. Colladon et les miens étant essentiellement différents, l'effet produit pour les yeux l'est également. Dans les expériences de M. Colladon, la veine courbe ne s'éclaire bien que dans les points où elle rencontre un obstacle, ou dans ceux où elle se divise. On n'a donc que très-imparfaitement l'aspect d'un faisceau lumineux curviligne. Dans mes expériences, au contraire, le filet lumineux qui marque sur le papier blanc la marche de la lame de lumière, est brillant, et, de plus, il peut suivre une courbe quelconque.

» Enfin, les effets de la polarisation sur les lames métalliques courbes, effets dont j'ai dit quelques mots à la fin de ma Notice, et sur lesquels je me propose de revenir dans une Notice subséquente, constituent encore une particularité étrangère aux recherches de M. Colladon.

» Tout ce qui précède s'applique également aux expériences de M. Babinet, dont il a été donné connaissance à l'Académie dans la même séance. »

ASTRONOMIE. — M. **Valz** écrit de Marseille, à M. *Arago*, que sa dernière observation de la comète de M. Laugier est du 26 novembre 1842. L'astre se trouve maintenant plongé dans la lumière solaire.

M. Valz a déduit de l'ensemble de ses propres observations, les éléments

que nous allons transcrire :

Passage au périhélie. Décembre 1842, 16j,08, temps moyen de Marseille.

Distance périhélie	0,4984
Longitude du périhélie	325°37′28″
Longitude du nœud	206.10.24
Inclinaison	71.18.50
Sens du mouvement	Rétrograde.

MÉTÉOROLOGIE. — *Étoiles filantes périodiques du mois de novembre.* — Lettre de M. GAUDIN.

« L'apparition périodique des étoiles filantes du mois de novembre n'a pas manqué, comme on paraît le croire : c'est seulement dans la nuit du 13 au 14 qu'elle a eu lieu.

» Les deux nuits précédentes je n'avais non plus rien vu que d'ordinaire; mais le 14, au matin, la fréquence des étoiles filantes était réellement inusitée.

» M'étant mis en observation, à 3 heures du matin, le lundi, au moment du coucher de la Lune, je vis, du premier coup d'œil, que le phénomène avait lieu. Malgré la lueur de la Lune, je pouvais compter 20 *étoiles filantes* par minute; et j'en voyais encore lorsque le crépuscule du Soleil éteignait les Pléiades.

» Je m'attendais à en apercevoir davantage lorsque le crépuscule de la Lune aurait cessé : mon attente fut trompée; j'en vis tout autant, mais pas davantage, ce qui m'a fait penser que le phénomène touchait à sa fin.

» D'après cela, les observateurs plus à l'est, pour lesquels le coucher de la Lune a eu lieu plus tôt, auront été doublement favorisés, et ne manqueront pas, je l'espère, de confirmer mon observation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Etoiles filantes périodiques.* — Lettre de M. COLA, de Parme, à M. *Arago.*

« Les observations d'étoiles filantes que j'avais résolu de faire pendant les nuits du 11 au 14 de novembre, ont été contrariées presque entièrement par les mauvais temps; cependant dans la première nuit, du 11 au 12, de 2 à 6 heures du matin (t. v. civil), j'ai pu constater un nombre au-dessus de l'ordinaire, quoique borné à observer à travers des éclaircies.

Voici les résultats de mes observations faites sur la terrasse de l'Observatoire.

Nuit du 11 au 12 novembre 1842.

De 2^h à 3^h du matin	18	étoiles filantes.
3 à 4	15	
4 à 5	10	
5 à 6	11	
Total....	54	

» Parmi ces étoiles filantes, j'en ai observé une à $2^h 34^m$, plus éclatante que Vénus; elle apparut dans le voisinage de Rigel, décrivit sur la sphère céleste une trajectoire de plusieurs degrés vers le sud-ouest, au bout de laquelle elle éclata sans bruit appréciable, comme une fusée, en plusieurs étincelles, en laissant dans le ciel une bande de lumière jaunâtre d'environ une minute et demie de durée. La direction des météores me parut très-variable; presque tous furent observés dans l'hémisphère boréal. Pendant la nuit la température moyenne ne s'abaissa pas au-dessous de $+5°,0$ Réaumur et le vent dominant fut un sud-ouest très-sensible.

» A Guastalle (États de Parme), l'observateur, M. Passerini, m'écrit qu'il a lui-même observé un nombre considérable d'étoiles filantes dans la nuit du 11 au 12, particulièrement après minuit. Les constellations dans lesquelles les météores se montrèrent le plus nombreux furent le Taureau, Orion et les constellations voisines; et les directions furent presque toujours du nord-est vers le sud-ouest et du nord vers le sud. Le même observateur dit que, par deux fois, il vit deux étoiles filantes paraître dans le même temps et presque dans le même endroit, cheminer parallèlement et s'éteindre dans le même instant. A Guastalle, comme à Parme, pendant les nuits du 12 au 14, les observations furent empêchées par les nuages et la pluie.

» Vous aurez appris sans doute de M. Wartmann que le soir du 18 octobre il a cru distinguer à Genève, de même que l'année dernière, une faible apparence d'aurore boréale à travers des nuages qui occupaient la région voisine du méridien magnétique, et qu'il a observé dans ce même soir, aussi bien que dans la journée du 17, des perturbations magnétiques qui paraissent être en rapport avec cette apparition. A Parme, la nuit du 18 au 19 octobre a été couverte, mais moi-même j'ai vu, entre 7 et 8 heures de la soirée du 16, quelques traces d'aurore boréale accompagnées, comme celles de Genève, de perturbations magnétiques qui se reproduisirent en-

core dans les deux journées suivantes (1). Comme vous le savez, vers cette époque paraît avoir lieu annuellement un retour périodique de ce phénomène. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la chute d'un aérolithe qui a eu lieu le 5 décembre dans les environs de Langres.* — Extrait d'une Lettre de M. **Vuillemain** à M. *Arago.*

« Épinal, 5 décembre.

» Ce matin, à 6 heures 30 minutes, au moment où le jour commençait à poindre à l'horizon, par un ciel pur, illuminé d'étoiles étincelantes, le thermomètre centigrade marquant 6° au-dessous de zéro, une grande clarté assez semblable à celle que produirait un éclair rapproché, mais plus persistante et plus vive, a tout à coup enflammé le ciel de ses lueurs resplendissantes. J'étais sur une route à 2 kilomètres d'Épinal, sur un point très-élevé, et par conséquent bien placé pour observer les diverses phases qu'allait présenter ce singulier phénomène. Cette clarté éteinte, 2 minutes se sont écoulées, puis un grand bruit s'est fait entendre au-dessus de ma tête. Ce bruit était aussi fort que celui du tonnerre éclatant avec force, 4 ou 5 secondes après que l'éclair a frappé nos yeux; seulement il était continu et sans saccades. Comprenant qu'un aérolithe approchait de la terre, j'ai vivement élevé les yeux au ciel; mais sans doute que le météore s'était éteint subitement après s'être enflammé en entrant dans notre atmosphère, car il était impossible de rien voir. On pouvait suivre cependant avec facilité la direction du bruit: il se dirigeait du sud au nord; son intensité a insensiblement diminué, et, après avoir persisté pendant 30 secondes environ, il a cessé tout à fait, semblable au bruit lointain d'une voiture qui s'éloigne, roulant sur un pavé.

» Il est assez difficile de préciser le lieu où cet aérolithe a touché la terre; toutefois il est permis de croire qu'il sera bientôt découvert; car, si l'on en juge par le bruit qu'il faisait en passant dans les airs, il doit avoir eu un volume considérable.

» Si vous pensiez, monsieur, qu'il fût important de posséder tout ou partie de cet aérolithe, je m'empresserais de diriger et de faire diriger des recherches dans différentes localités; j'espère qu'elles ne resteraient pas sans résultat. Plus de 500 habitants à Épinal ont été éblouis par

---

(1) Des perturbations magnétiques furent également constatées le 16 et le 17 dans les Observatoires de Prague et de Munich. (Comm. partic. de MM. *Kreil* et *Lamont.*)

la clarté et ont entendu un grand bruit dans les airs. Un grand nombre d'autres ont été éveillés dans leur lit par un roulement formidable qu'ils ont attribué au tonnerre, mais cette supposition est inadmissible.

» *P. S.* Des porteurs de lait m'annoncent à l'instant avoir vu tomber à 2 kilomètres d'Épinal, dans une propriété qu'ils ont désignée, une grande *boule de feu* qu'ils ont cru être le tonnerre. Je vais me mettre en chasse, et si je suis assez heureux pour me procurer quelque fragment d'aérolithe, ce sera pour moi un bonheur de vous les adresser. »

M. **Viau** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire le Rapport sur un appareil de sauvetage qu'il a imaginé, et qu'il désigne sous le nom d'*hydrostat*.

M. **Payerne** écrit relativement à un appareil de son invention, destiné à permettre de séjourner pendant longtemps sous l'eau. Il annonce que cet appareil, qui permet aussi de pénétrer dans des enceintes contenant des gaz irrespirables, sera soumis prochainement au jugement de l'Académie.

L'Académie reçoit un tableau des *observations météorologiques* faites à Dijon pendant le mois d'octobre 1842, tableau qui fait suite à ceux qui lui ont été précédemment adressés de la même ville.

M. **Chuart**, inventeur d'un *appareil destiné à annoncer la présence d'hydrogène carboné dans l'air atmosphérique avant que le mélange ait acquis la propriété de devenir détonant*, adresse un numéro de journal où se trouve un compte rendu officiel de l'accident arrivé naguère dans la mine de Firminy, près de Saint-Étienne. M. Chuart communique cette pièce dans le but de prouver que l'irruption du gaz détonant n'avait pas été soudaine, et qu'ainsi, quoi qu'on en ait dit, son appareil eût fourni les moyens de prévoir et d'éloigner le danger.

M. **Cornay** annonce l'envoi prochain d'un nouveau Mémoire contenant la suite de ses recherches sur les *embaumements*.

M. **Leymerie** adresse une nouvelle Note concernant la *variole* et la *vaccine*.

M. **Claudet** met sous les yeux de l'Académie diverses épreuves photographiques propres à faire juger des avantages que présentent diverses modifications qu'il a introduites dans les procédés opératoires. Ces modifications, qui forment le sujet d'une Note adressée par l'auteur, portent sur les points suivants :

1°. Fabrication des plaques à un titre de plaqué réel et suffisant. « Les fabricants de plaqué de Paris, dit M. Claudet, ont beaucoup retardé le développement du daguerréotype en France, par leur mauvaise fabrication. »

2°. Introduction pour l'exécution des portraits, de fonds peints sur de grands tableaux. Cela donne de la profondeur au sujet et ajoute beaucoup à l'effet artistique.

3°. Opération simultanée du mercure et de la lumière dans la chambre obscure; moyen de surveiller l'opération et de s'arrêter lorsqu'elle est complète.

4°. Chambre obscure, construite en verre jaune, pour continuer l'effet de la lumière, d'après la théorie de M. Ed. Becquerel et de M. Gaudin.

5°. Mercurage à froid, et avec plus de promptitude à froid, dans le vide, sous la machine pneumatique.

6°. Application des couleurs sur les épreuves fixées par le procédé de M. Fizeau.

M. **Telamane du Parrat** envoie un Mémoire ayant pour titre : *Des effets du niveau; de la nature de cet instrument*, etc.

M. de **Ruolz** adresse deux paquets cachetés. L'Académie en accepte le dépôt.

Un paquet cacheté, adressé par M. **Paumier**, ayant été jugé contenir, outre la description annoncée dans la lettre d'envoi, un produit obtenu à l'aide du procédé décrit, l'Académie, conformément à une de ses précédentes décisions, arrête que le paquet sera renvoyé à M. Paumier, en lui faisant connaître la condition d'admission pour ces sortes de dépôts, celle de ne renfermer sous l'enveloppe autre chose qu'un manuscrit.

A quatre heures et un quart l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie a prononcé dans ce comité sur les prix qui seront décernés dans la prochaine séance publique.

La section de Physique a présenté ensuite comme candidat pour la place de professeur-adjoint chargé de l'enseignement de la physique à l'École de pharmacie de Montpellier, M. *Figuier* fils. Les titres de ce candidat sont discutés. La nomination aura lieu dans la séance du 26 décembre.

La séance est a été levée cinq heures et demie. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2^e semestre 1842; n° 23; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; novembre 1842; in-8°.

Annales des Mines; 4^e série; tome I^{er}; 3^e livr.; in-8°.

Histoire naturelle des îles Canaries; 67^e livr.; in-4°.

Manipulations électro-typiques, ou Traité de Galvanoplastie; par M. CH. WALKER; traduit de l'anglais par M. le docteur FAU; in-16.

Diptères exotiques nouveaux ou peu connus; par M. J. MACQUART; tome II, 2^e partie; in-8°.

Les Hylopthires et leurs ennemis, ou Description et Iconographie des insectes les plus nuisibles aux forêts; par M. RATZEBURG; traduit de l'allemand par M. CORBERON; in-8°.

Critique des Puits artésiens; par M. MARNOTTE; in-8°.

Mémoires et Comptes rendus de la Société libre d'Émulation du Doubs, avec planches lithographiées; tome II; in-8°.

Histoire naturelle agricole des animaux domestiques de l'Europe, publiée par les fondateurs du Moniteur de la Propriété et de l'Agriculture; Races de la Grande-Bretagne; *par* M. D. LOW; in-4°.

Note sur le Guano ou Huano, engrais des îles de la mer du Sud; par MM. GIRARDIN *et* BIDARD; Rouen, in-8°.

Rapport sur l'Oléomètre, nouvel instrument pour essayer les huiles à brûler; par MM. GIRARDIN, PERSON *et* PREISSER; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; novembre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; décembre 1842; in-8°.

Recherches sur les Phénomènes que présente une masse liquide libre et soustraite à l'action de la pesanteur (suite); *par* M. PLATEAU. (Extrait du tome IX, n° 4, du *Bulletin de l'Académie royale de Bruxelles.*) In-8°.

Les Bains de Brousse, en Bythinie (Turquie d'Asie), avec une vue des Bains et un plan des environs de Brousse; par M. BERNARD; Constantinople, 1842; in-8°.

Mémoire sur la chaleur des Gaz permanents; par M. J. PLANA; Turin, in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société électrique de Londres, session* 1842; 3e partie; feuille in-8°.

Dent on the... *Sur les erreurs des Chronomètres et sur une nouvelle construction de Balancier condensateur; par* M. Dent; Londres, in-8°.

An abstract... *Analyse de deux Leçons sur la construction des Chronomètres, Montres et Pendules, et sur la manière de les régler; Leçons faites à* l'United service Institution; *par* le même; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 462; in-4°.

Annalen der... *Annales de Physique et de Chimie de* M. Poggendorff; vol. LVII, 2e livr.; in-8°.

Versuch... *Recherches d'une base objective de la Loi de Composition des Forces; par* M. B. Bolzano; Prague, 1842; in-4°.

Gazette médicale de Paris; t. X, n° 50.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 145 à 147.

L'Expérience; n° 284.

L'Écho du Monde savant; nos 44 et 45; in-4°.

Académie des Jeux floraux. — Programme pour le concours de 1843.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — NOVEMBRE 1842.

Jours du mois.	9 heures du matin.			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel à midi.	Vents à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
1	764,00	+ 8,2		763,41	+10,3		762,24	+10,2		761,52	+ 9,3		+10,5	+ 6,9	Couvert	O. S. O.
2	759,49	+ 8,7		758,80	+ 9,1		757,94	+ 9,7		757,12	+ 6,6		+ 9,8	+ 7,5	Couvert, brouillard	N. E.
3	755,87	+ 2,7		754,77	+ 6,2		753,61	+ 7,4		753,65	+ 4,3		+ 7,9	+ 0,5	Beau	E.
4	755,70	+ 2,5		755,96	+ 5,3		755,98	+ 4,4		758,44	+ 2,2		+ 6,0	+ 1,8	Très-nuageux	N. E.
5	775,72	+ 3,2		756,99	+ 4,4		756,54	+ 4,8		755,79	+ 0,8		+ 5,0	+ 0,8	Couvert	N. N. E. fort.
6	758,11	— 2,5		757,70	— 0,8		757,68	+ 0,6		758,22	+ 0,8		+ 1,4	— 3,8	Beau	N. E. fort.
7	758,08	+ 0,8		757,86	+ 1,6		758,31	+ 0,4		759,98	+ 1,0		+ 1,7	— 0,9	Couvert	E. N. E.
8	760,19	+ 0,2		759,67	+ 2,0		758,83	+ 3,0		758,37	+ 0,6		+ 3,0	— 1,9	Couvert, quelq. éclaircies.	E.
9	757,35	+ 0,2		756,96	+ 1,9		755,94	+ 2,1		756,34	— 2,3		+ 3,0	— 5,7	Beau	S. S. E.
10	755,20	— 2,6		754,36	+ 1,8		752,75	+ 4,3		750,03	+ 0,6		+ 4,7	— 4,6	Beau	S. O.
11	745,09	+ 5,8		743,49	+ 8,9		741,12	+11,0		741,04	+11,2		+11,3	— 0,5	Couvert	S.
12	744,11	+10,8		744,94	+13,2		746,28	+13,4		751,01	+ 8,0		+14,0	+ 8,8	Très-nuageux	S. O. fort.
13	753,37	+ 9,4		752,39	+11,0		750,55	+10,6		746,65	+11,4		+11,8	+ 6,9	Couvert	S. O.
14	753,19	+ 9,8		753,17	+11,9		753,65	+12,6		752,03	+ 9,8		+12,8	+ 8,0	Couvert	O. S. O.
15	751,20	+14,2		751,28	+15,0		750,56	+15,1		751,48	+12,8		+15,5	+ 9,1	Couvert	S. O.
16	750,75	+10,5		750,28	+11,3		749,34	+12,1		750,41	+ 8,9		+12,0	+ 9,5	Couvert	S. S. O.
17	756,74	+ 3,3		758,20	+ 4,2		760,06	+ 4,9		766,28	+ 0,9		+ 5,0	+ 2,9	Eclaircies	N. E. fort.
18	771,71	— 0,4		772,09	+ 2,8		771,70	+ 4,0		772,40	+ 0,7		+ 4,3	— 1,8	Beau	E. N. E.
19	769,76	+ 0,2		768,73	+ 1,3		767,11	+ 2,4		762,54	+ 1,8		+ 2,3	— 3,8	Couvert	S. S. E.
20	751,85	+ 6,3		750,76	+10,4		749,97	+11,2		749,35	+ 7,8		+11,8	+ 1,0	Couvert	S. O.
21	749,43	+ 5,8		750,07	+ 6,3		751,00	+ 5,5		752,70	+ 3,0		+ 6,5	+ 5,0	Couvert	E. N. E.
22	744,45	+ 1,3		742,58	+ 1,9		740,02	+10,0		743,56	+ 7,3		+10,3	0,0	Pluie	S. S. E.
23	749,19	+ 5,0		748,68	+ 5,9		747,23	+ 7,2		744,43	+ 5,4		+ 7,0	+ 4,1	Couvert	S. S. O.
24	736,00	+ 8,1		737,00	+10,0		737,86	+ 9,2		738,37	+ 5,8		+10,0	+ 4,4	Très-nuageux	S. O.
25	735,33	+ 5,3		736,33	+ 6,5		736,63	+ 8,7		738,55	+ 4,8		+ 8,8	+ 4,9	Pluie	S. O.
26	738,43	+ 1,4		738,74	+ 3,6		739,47	+ 5,3		743,13	+ 2,3		+ 5,2	+ 0,5	Couvert	S. E.
27	744,62	+ 5,4		743,84	+ 7,0		741,80	+ 7,6		738,59	+ 8,3		+ 9,0	+ 1,5	Couvert	S. S. E.
28	735,71	+12,6		736,09	+15,1		736,29	+15,2		744,94	+ 8,7		+15,8	+ 8,1	Très-nuageux	S. fort.
29	748,98	+ 7,6		750,04	+ 8,1		748,73	+ 8,7		747,84	+ 5,7		+ 9,2	+ 5,6	Couvert	S.S. O.
30	751,86	+ 8,3		753,90	+10,1		757,29	+ 9,7		760,03	+ 5,8		+10,2	+ 5,0	Couvert	S. O.
1	758,17	+ 2,1		757,65	+ 4,2		756,98	+ 4,7		756,95	+ 2,4		+ 5,3	+ 0,1	Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.,
2	754,78	+ 7,0		754,53	+ 9,0		754,03	+ 9,7		754,32	+ 7,3		+10,1	+ 4,0	Moy. du 11 au 20	Cour. 6,137
3	743,40	+ 6,1		743,73	+ 7,4		743,63	+ 8,7		745,21	+ 5,7		+ 9,2	+ 3,9	Moy. du 21 au 30	Terr. 5,519
	752,12	+ 5,1		751,97	+ 6,9		751,55	+ 7,7		752,16	+ 5,1		+ 8,2	+ 2,7	Moyennes du mois....	+ 5,4

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

La séance s'ouvre par la proclamation des prix décernés et des sujets de prix proposés.

PRIX DÉCERNÉS

POUR L'ANNÉE 1841.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

PRIX D'ASTRONOMIE.

(FONDATION DE M. DE LALANDE.)

Une Commission, composée de MM. Arago, Mathieu, Bouvard, Damoiseau et Liouville, a été d'avis qu'il n'y avait pas lieu de décerner en 1841 la médaille fondée par de Lalande. L'Académie a sanctionné cette décision.

RAPPORT SUR LE CONCOURS DE 1841 POUR LE PRIX DE MÉCANIQUE.

(FONDATION MONTYON.)

(Commissaires, MM. Piobert, Séguier, Poncelet, Coriolis, Ch. Dupin.)

« M. Carville a présenté au concours une machine destinée à mouler les briques : comme elle a été l'objet d'un Rapport favorable dans les séances ordinaires de l'Académie, nous ne croyons pas devoir revenir ici sur sa description ; on la trouvera dans le *Compte rendu* du 7 décembre 1840. Cette machine n'est composée que d'éléments déjà connus, tels que le pétrisseur, le cylindre qui presse la terre, les moules mobiles qui la reçoivent ; mais elle offre une bonne combinaison de ces éléments, et quelques améliorations de détail. Elle a ce grand avantage sur les autres machines déjà imaginées pour cette fabrication, qu'après des essais qui remontent déjà à près de deux années, elle continue de fonctionner dans divers établissements où elle apporte une économie de moitié sur la main-d'œuvre du moulage, et du dixième environ sur le prix de vente de la brique. On peut donc la regarder aujourd'hui comme acquise à l'industrie, et, sous ce rapport, elle a paru à votre Commission digne du prix de Mécanique pour l'année 1841.

» M. Laignel a présenté au concours un instrument destiné à mesurer la vitesse des courants, qui pourrait en même temps servir de loch pour la marche des navires et pour la mesure des profondeurs de la mer.

» Cet instrument a beaucoup d'analogie avec le moulinet de Woltman, tel qu'on le construit aujourd'hui. Il ne présente pas sur cet appareil des avantages assez incontestables pour que votre Commission puisse lui accorder une distinction : il serait nécessaire, dans tous les cas, que la pratique eût justifié les prévisions de M. Laignel. »

RAPPORT SUR LE CONCOURS DE 1841 POUR LE PRIX DE STATISTIQUE.

(FONDATION MONTYON.)

(Commissaires, MM. Mathieu, de Gasparin, Élie de Beaumont, Costaz, Dufrénoy rapporteur.)

« Les ouvrages envoyés au concours sont au nombre de huit ; tous ne

sont pas dans des conditions nécessaires pour être admis ou pour mériter, sous le rapport statistique, l'attention de l'Académie.

» Quatre ouvrages ont particulièrement fixé l'attention de la Commission. L'un d'eux, intitulé : *Essai sur la Statistique de la population française, considérée sous quelques-uns de ses rapports physiques et moraux*, par M. le comte **d'Angeville**, a été imprimé en 1836. La Commission a pensé que cinq concours ayant eu lieu depuis la publication de cet ouvrage, l'auteur ne l'avait pas envoyé en temps utile; son admission aurait ouvert la porte à une foule de publications faites depuis longtemps. Mais reconnaissant toute l'importance du travail de M. le comte d'Angeville, elle a décidé qu'un extrait en serait fait dans le présent Rapport, afin de prouver toute l'estime qu'elle professe pour ce travail, qui, présenté plus tôt à l'Académie, aurait certainement mérité ses suffrages.

» Deux autres ouvrages, l'un de M. **Dufau**, l'autre de M. **Surell**, ingénieur des ponts et chaussées, lui ont paru avoir des titres égaux à votre approbation. La Commission a pensé, en conséquence, que le prix de Statistique n'ayant pas été décerné l'année dernière, elle pourrait vous proposer d'en donner deux cette année.

» Enfin, un quatrième ouvrage, de M. **Lachèse**, sur le recrutement, lui a paru mériter une mention honorable.

» Nous allons indiquer succinctement le but et les traits les plus remarquables de ces différents ouvrages.

» *Essai sur la Statistique de la population française.* — A l'époque où M. le comte d'Angeville entreprit sa Statistique, les documents sur cette science, quoique nombreux, souvent même d'un haut intérêt, présentaient une incohérence qui rendait les recherches difficiles. Par une circonstance singulière, il était arrivé que dans le pays de la centralisation par excellence, chaque ministre avait agi isolément, pour l'enregistrement des faits qui le concernaient : on aurait pu croire que chacun d'eux avait pensé n'avoir rien à demander ni à communiquer à ses collègues. Il était résulté de cette espèce d'indépendance ou d'isolement, que les documents publiés par l'administration étaient difficilement comparables, et qu'il existait une divergence extrême d'opinions sur les faits statistiques les plus élémentaires. C'était surtout dans les travaux de nos chambres législatives que cette divergence se manifestait de la manière la plus prononcée, et les discussions relatives à l'économie politique, ne reposant sur aucune base admise et reconnue par tous, étaient presque interminables et roulaient, pour ainsi dire, dans un cercle illimité. Frappé de ce grave inconvénient, M. le comte

d'Angeville conçut le projet de son *Essai sur la Statistique de la population française*. Pour l'exécuter, il s'est servi de tous les renseignements publiés jusqu'à lui, et les documents précieux que possède l'administration ont été constamment ses guides. La partie de son ouvrage relative à l'état physique des populations, établie au moyen des tables de recrutement, est entièrement nouvelle et présente le plus grand intérêt, en même temps qu'elle est un haut enseignement pour l'administration.

» L'ouvrage de M. d'Angeville est composé de quatre parties distinctes.

» La première comprend les *Études générales sur la France.* Elle a pour but principal l'examen de l'état de la population, de son accroissement, de la durée moyenne de la vie et du mouvement des mariages et des naissances : l'auteur a adopté pour unité dans cette partie de son ouvrage, un département moyen, dont la population est évaluée par lui à 6,171 habitants par myriamètre carré.

» La seconde comprend les *Études particulières sur chacun des* 86 *départements.*

» La troisième se compose de huit tableaux, dans lesquels sont énumérés successivement pour chaque département, la mortalité, les mariages, les naissances, les résultats du recrutement, l'état de l'instruction primaire, de l'industrie, de la criminalité, enfin tous les faits relatifs aux impôts. Ces tableaux sont le résultat des calculs présentés dans les deux premières parties.

» Enfin, dans la quatrième partie, M. d'Angeville a essayé de représenter aux yeux, par seize cartes coloriées, suivant la méthode de notre confrère M. le baron Charles Dupin, les traits les plus saillants qui ressortent de ses études sur la statistique de la France. Ce moyen graphique supplée à l'aridité des énumérations de chiffres, et permet de fixer sans fatigue son attention sur beaucoup de points qui auraient échappé à l'investigation.

» Les trois dernières parties de l'ouvrage de M. d'Angeville ne sont en réalité que le développement de la première. Pour en saisir l'ensemble, il faut donc s'attacher surtout à cette première partie, et y suivre l'auteur pas à pas. La division systématique adoptée, entièrement en rapport avec les huit tableaux que nous avons indiqués ci-dessus, facilite cette étude.

» Les détails que nous venons de donner sur l'ouvrage de M. le comte d'Angeville, montrent qu'avant lui la statistique n'était pour ainsi dire assise sur aucun principe certain; chaque auteur adoptait dans ses travaux une base différente, et s'appuyait même souvent sur des faits contradictoires. M. le comte d'Angeville a par conséquent rendu un grand service à cette

science, et les ouvrages qui ont paru depuis la publication de la Statistique de la population française se sont en général appuyés sur les bases qu'il a posées. Mais l'ouvrage de M. d'Angeville ne pouvait être parfait; il manque, ainsi que l'auteur l'indique lui-même (page 11), d'une certaine méthode. De plus, l'attente des *documents statistiques*, qui étaient sur le point d'être publiés, ont empêché M. d'Angeville de faire des rapprochements dont il sentait toute l'utilité. Il en résulte que dans ce grand ouvrage, les faits sont quelquefois sans liaison directe, ou du moins que les conséquences ne s'aperçoivent pas immédiatement. Cette circonstance, rare dans le travail de M. d'Angeville, mais habituelle à la plupart des ouvrages de statistique, a jeté quelque défaveur sur l'étude de cette science; cependant la statistique est destinée à jouer un rôle important dans notre état social, car soit que ses recherches s'appliquent aux faits moraux, ou qu'elles aient pour but spécial la situation du commerce, de l'agriculture ou de la population, elle fournit des enseignements utiles à la prospérité générale des empires et des individus.

» M. Dufau, pénétré de ces vérités importantes, a pensé que ce qui manquait à la statistique, ce qui lui faisait refuser le nom de science par quelques personnes, c'était le défaut de méthode. Il a cherché à l'introduire dans l'ouvrage dont nous allons présenter l'examen à l'Académie, et dont le titre est : *Traité de Statistique ou Théorie de l'étude des lois d'après lesquelles se développent les faits sociaux; suivi d'un Essai de Statistique physique et morale de la population française*.

» Ce double titre montre dès l'abord que le travail de M. Dufau se compose pour ainsi dire de deux ouvrages distincts : l'un théorique, dans lequel il pose les bases de toute statistique, soit générale, soit particulière; le second est l'application de son système à la France.

» Les faits, remarque M. Dufau, considérés isolément, se présentent accompagnés de circonstances variables, qui paraissent d'abord soustraites à une appréciation rigoureuse; mais si l'on a le soin de grouper en séries établies avec intelligence, les différents faits de l'ordre politique ou moral, on remarque que les circonstances variables s'atténuent bientôt et finissent par s'effacer à la longue, de telle sorte qu'au lieu du hasard, c'est un ordre d'une frappante régularité qui vous apparaît. On peut alors en déduire les lois qui en règlent le développement, et l'ensemble de ces faits, soumis au calcul des probabilités, donne à la statistique, par leur retour et leur régularité, une exactitude que peu de personnes la croyaient susceptible d'acquérir. Ces considérations conduisent l'auteur à adopter la définition suivante

pour la statistique : c'est *la science qui enseigne à déduire, des termes numériques analogues, les lois de la succession des faits sociaux.* Distincte de la géographie, elle ne décrit pas les contrées, mais elle s'attache, soit dans telle contrée, soit dans toutes, aux faits qui révèlent la marche graduelle de la société. Plus générale que l'économie politique, elle domine l'ordre social tout entier.

» La définition que nous venons de transcrire renferme implicitement la méthode spéciale propre à l'auteur. Elle consiste, 1° dans la classification des faits, 2° dans un examen sévère de leur énoncé, afin de s'assurer qu'ils renferment l'expression de la vérité; 3° dans la recherche de leurs connexités respectives, afin de reconnaître les influences qu'ils exercent respectivement les uns sur les autres. L'oubli de ces principes, posés par M. Dufau, a entraîné beaucoup de statisticiens dans des erreurs graves : ainsi l'on ne peut encore à présent se faire une idée exacte de l'impôt payé chez les différentes nations civilisées: le défaut d'une unité commune adoptée par les auteurs qui se sont occupés de cette question importante, a jusqu'ici empêché de la résoudre et de comparer la richesse des peuples.

» Appliquant ces principes à la France, M. Dufau remarque que, pour en faire la statistique d'une manière utile, il faut la diviser en contrées naturelles. La répartition par départements donne des résultats trop multipliés qui affectent singulièrement les moyennes et nuit à la généralité que l'on cherche à établir : le groupement alphabétique de ses départements détruit toute comparaison, en mettant en regard, comme l'Aisne et l'Aude, des contrées situées aux deux extrémités du territoire, et dans lesquelles les mœurs, le climat et par conséquent les habitudes sont différents.

» L'inégalité de superficie et de population de ces divisions politiques empêche tout rapprochement utile. Guidé par ces considérations, M. Dufau a réuni les quatre-vingt-cinq départements qui constituent la France continentale, le département insulaire de la Corse excepté, en dix-sept groupes, composés chacun de cinq départements, où toutes les circonstances sont à peu près les mêmes; ces groupes, que l'auteur appelle naturels, parce que le climat, la culture et les habitudes de la vie y présentent une presque identité, offrent en outre une analogie remarquable sous le rapport de la constitution géologique du sol. Le rapprochement que nous signalons avait du reste été déjà entrevu par l'illustre auteur des *Recherches sur les ossements fossiles,* qui, en faisant, devant l'Académie des Sciences, l'éloge du fondateur de la Géognosie, remarquait, avec cette justesse et cette lucidité qui caractérisent tous ses écrits, que nos départements granitiques produi-

sent sur tous les usages de la vie humaine d'autres effets que les calcaires; il ajoutait : « On ne se logera, on ne se nourrira; le peuple, on peut le dire, » ne pensera jamais en Limousin ou en basse Bretagne, comme en Champagne ou en Normandie. Il n'est pas jusqu'aux résultats de la conscription » qui n'aient été différents, et différents d'une manière fixe, sur les différents sols. »

» Cette division de la France en groupes termine la première partie de l'ouvrage de M. Dufau, que nous avons appelée théorique, et qui constitue le système propre de l'auteur.

» La seconde, qui n'est qu'une application de ce système, peut être considérée comme une Statistique physique et morale de la population française. L'auteur aurait pu en former un ouvrage particulier, et, sous ce rapport, elle justifie pleinement la Commission d'avoir admis pour le concours du prix Montyon un traité de Statistique générale. Du reste, la Commission a vu en outre dans ce choix l'avantage de montrer aux personnes qui s'occupent de ce genre de travaux, que les collections de chiffres doivent toujours être accompagnées de considérations générales propres à en faire ressortir les conclusions.

» Cette seconde partie, qui se compose de dix chapitres, comprend spécialement la population de la France, son accroissement, sa répartition entre les villes et les campagnes; la constitution physique de ses habitants, une comparaison entre leur taille, leur état sanitaire et les consommations alimentaires; le nombre des naissances et des décès, la répartition des sexes, qui, pour toute la France, présente des variations assez grandes de groupe à groupe dans des circonstances que l'auteur précise avec une grande netteté.

» Les mariages, la criminalité, la moralité, la mendicité, l'industrie et la civilisation font le sujet d'autant de chapitres distincts, dans lesquels M. Dufau a su introduire des considérations neuves et intéressantes. Nous devons dire qu'aucun des nombres qu'il emploie ne lui appartient en propre : la plupart sont extraits du bel ouvrage de M. d'Angeville, sur lequel nous avons, il y a peu d'instants, attiré l'attention de l'Académie.

» Nous terminons l'examen de l'ouvrage de M. Dufau en citant deux passages relatifs à la criminalité.

» On admet généralement que le nombre des crimes et des délits suit une progression ascendante, et quelques personnes y voient un danger pour les États civilisés. Heureusement, c'est une erreur; elle provient de ce qu'on compare les crimes par année, au lieu de les mettre en rapport avec le mouvement de la population.

» 69 632 accusations, dit M. Dufau, ont été portées devant les cours d'assises, dans une période de 13 ans, de 1825 à 1837; la moyenne, qui est de 5 379, diffère peu, dans le fait, de chaque quantité élémentaire, et les variations ne sont pas considérables. Mais si l'on compare le nombre des accusés à la population, on trouve que le rapport diminue généralement du point de départ jusqu'à nous, c'est-à-dire qu'on compte, proportionnellement à mesure qu'on avance, un peu moins d'accusés sur un nombre donné d'individus. On doit en conclure que dans l'état de choses actuel, le *crime n'est point en progrès*.

» Cette citation montre que ce qui distingue le travail de M. Dufau de ceux de ses prédécesseurs, c'est un examen circonstancié des causes. Il ne prend jamais les chiffres d'une manière absolue, il les contrôle par des rapprochements souvent heureux, quelquefois inattendus, et il en fait ressortir un enseignement utile à la société.

» Une seconde citation, relative également à la criminalité, confirme la justesse des rapprochements de M. Dufau, et démontre surtout combien la division qu'il a faite de la France en dix-sept groupes est naturelle. Si l'on compare à des époques différentes, les accusés de crimes contre les personnes ou contre les propriétés, dans les groupes du nord ou du midi de la France, leur rapport est constant, de sorte qu'on peut présager les résultats à venir par les observations du passé.

» Nous trouvons en effet que, pendant les onze années de 1825 à 1836, les meurtres ont été dans les huit groupes septentrionaux de 1028 (page 270), et de 2044 dans les neuf groupes méridionaux.

» Quant aux vols, ils se sont élevés dans la même période à 8048 dans les mêmes groupes du Nord, et seulement à 3001 dans ceux du Midi.

» Le *Compte rendu de la justice criminelle* pour les années 1837, 1838 et 1839, publié postérieurement au travail de M. Dufau, donne pour ces deux groupes (1) :

	Septentrionaux.	Méridionaux.
Accusés de meurtre........	167	269
Accusés de vol.............	2649	1057

nombres qui sont presque identiquement dans le même rapport que les précédents.

(1) Notice additionnelle manuscrite, fournie récemment à la Commission.

» On remarque que la proportion totale des crimes a diminué, pour les meurtres, de 93 à 83; pour les vols, de 186 à 134; mais que dans le Midi, le premier de ces crimes est à peu près les deux tiers du nombre total, tandis que le rapport est inverse pour les vols.

» Il est impossible de ne pas reconnaître dans la constance de ces nombres une loi naturelle, une influence générale des lumières et de la civilisation. Dans le Nord, où l'industrie est si développée, où l'instruction est si répandue, les meurtres sont dans une proportion de beaucoup inférieure à la moyenne; dans le Midi, au contraire, où le caractère ardent et passionné des habitants n'est pas adouci par une instruction aussi généralement répandue, les actes de violence sont fréquents.

» Ces résultats numériques ainsi groupés sont un guide pour l'administration, qui doit chercher à corriger les mœurs de chaque peuple par les institutions.

» La Statistique devient donc, quand elle est présentée sous cette forme, un puissant mobile de civilisation.

» La Commission pense que ces détails motivent suffisamment la proposition d'un prix en faveur de M. Dufau.

» *Statistique des conseils de révision dans le département de Maine-et-Loire.* — M. Lachèse, professeur adjoint de l'École secondaire de Médecine d'Angers, et qui a assisté comme médecin pendant près de dix ans aux opérations du conseil de révision du département de Maine-et-Loire, a pensé qu'il serait intéressant pour l'administration et pour la science médicale, de grouper ensemble les différents cas d'exemptions qu'il avait été appelé à constater. Il a en conséquence réuni dans des tableaux rédigés par canton :

» La population,

» Le contingent à fournir,

» Le nombre des jeunes gens inscrits,

» Les causes légales d'exemption, puis les exemptions par suite d'infirmités ou de mauvaise organisation. Chaque nature d'infirmité constitue une colonne particulière.

» Pour rendre son travail plus général et par conséquent pour lui donner une plus grande exactitude, M. Lachèse l'a fait remonter à l'année 1817, au moyen du dépouillement des pièces officielles déposées dans les cartons de la préfecture.

» L'aridité des travaux de détail de cette nature empêche souvent de

les entreprendre ; cependant lorsque ces travaux sont faits avec sagacité et avec conscience, comme l'ouvrage dont nous nous occupons dans ce moment, ils fournissent les bases les plus précieuses pour les ouvrages de statistique générale analogues à ceux que nous avons analysés ci-dessus. La Commission a donc pensé qu'elle devait proposer à l'Académie d'encourager M. Lachèse à continuer ses recherches; elle désire surtout qu'il les complète par l'examen des relations qui peuvent exister entre la nature des causes d'exemption et les circonstances physiques que présentent chacun des cantons du département de Maine-et-Loire. Outre l'intérêt que ces considérations pourront offrir à la science, elles serviront de guide à l'administration locale pour les améliorations à introduire dans les contrées si variées de l'Anjou.

» La Commission, en accordant une mention honorable à M. Lachèse, lui réserve ses droits pour un des prochains concours, quand son travail aura reçu une nouvelle extension.

» Le dernier ouvrage admis au concours de Statistique pour 1841 est intitulé : *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes, par Alexandre Surell, ingénieur des ponts et chaussées.*

» Cet ouvrage, imprimé par ordre de M. le Ministre des travaux publics, a pour objet de faire connaître les *torrents* des Hautes-Alpes, les ravages qu'ils exercent, les moyens de diminuer ces ravages et même de les prévenir. C'est un sujet qui intéresse non-seulement le département des Hautes-Alpes, que l'auteur a spécialement étudié, mais encore plusieurs autres départements du Midi, qui sont sillonnés par des torrents du même genre et soumis au même régime, notamment ceux de l'Isère, de la Drôme et des Basses-Alpes.

» Dans l'introduction, l'auteur fait connaître la situation désastreuse dans laquelle se trouvent des parties très-étendues de ces départements, par l'effet des ravages que les torrents y exercent.

» Il n'est pas facile à l'habitant des plaines ni même à l'habitant des montagnes, composées et configurées autrement que ne le sont celles du département des Hautes-Alpes, de se faire une idée des torrents de ces contrées et des ravages qu'ils exercent. Pour y parvenir, il était moins nécessaire à l'auteur de faire une énumération complète des torrents, que de bien faire connaître les types des formes auxquelles ils se rapportent, avec quelques déviations individuelles.

» L'auteur distingue dans le département des Hautes-Alpes, quatre classes de cours d'eau, qui sont :

» 1°. Les *rivières* au nombre de quatre, la *Durance*, le *Grand-Buëch*, le *Petit-Buëch*, et le *Drac*.

» 2°. Les *rivières torrentielles*, telles que le *Guil*, la *Gironde*, la *Romanche*, la *Clarée*, la *Vence*, etc.

» 3°. Les *torrents* coulant impétueusement dans des vallées très-courtes et très-rapides, qui morcellent les montagnes en contre-forts, quelquefois même dans de simples dépressions.

» 4°. Enfin les *ruisseaux*, qui se distinguent par la pureté habituelle de leurs eaux et la constance de leur cours.

» Ces quatre classes de cours d'eau ne sont pas séparées par des limites parfaitement tranchées, et tous pourraient à la rigueur mériter le nom de *torrents*. Mais ce qui distingue la troisième classe, à laquelle, dans les Hautes-Alpes, l'usage réserve spécialement le nom de *torrents*, c'est la propriété essentielle d'*affouiller* le sol dans une partie de leur cours, et de *déposer* dans une autre partie les matières qu'ils en ont arrachées. Ils prennent ordinairement naissance dans quelque dépression en forme d'entonnoir, qui existe au milieu des montagnes, et que l'auteur appelle *bassin de réception*, parce qu'il reçoit les eaux provenant de la fonte des neiges ou des orages.

» Ces eaux, ainsi rassemblées, coulent avec impétuosité dans une gorge plus ou moins longue, que l'auteur nomme *canal d'écoulement*. A la sortie de la gorge elles perdent une partie de leur vitesse et répandent les matières qu'elles charrient sur une vaste surface, que l'auteur nomme *lits de déjection*.

» C'est dans les *bassins de réception* et dans les *lits de déjection* que les *torrents* exercent leurs principaux ravages. Dans les premiers, ils agissent par déblai en affouillant le sol, et particulièrement les talus peu solides, que forment les marnes schisteuses de la formation du *lias*. Dans les lits de déjection ils agissent par remblai et s'étendent sur de larges espaces pour éviter les obstacles qu'ils ont eux-mêmes accumulés. Dans les deux cas, ils sont presque également funestes aux cultures, aux routes et aux villages.

» L'auteur cite de nombreux exemples de leurs effets destructeurs. Il étudie la forme de leurs lits, leurs crues, les défenses qu'on peut leur opposer, soit dans les montagnes, soit dans les vallées, les moyens de mettre les routes à l'abri de leur fureur. Il traite aussi plusieurs questions, les unes scientifiques, les autres relatives à l'influence de la végétation sur la conservation des terrains des montagnes.

» Les premières intéressent l'hydraulique, l'art des ingénieurs, et four-

nissent quelques observations nouvelles, soit à la géologie, soit à la physique générale du globe.

» Les autres sont d'une importance majeure pour l'avenir des départements ravagés par les torrents. En analysant l'action dévastatrice qu'exercent les eaux dans les montagnes, l'auteur est arrivé à établir, soit sur une multitude de faits observés, soit logiquement, par l'étude des causes qui rendent les torrents si désastreux, le rôle puissant que joueraient les forêts pour empêcher ces phénomènes de désordres.

» Il a prouvé, par une grande masse d'observations, que les montagnes se sont dégradées partout où les forêts ont été abattues.

» Il a montré, par d'autres faits, que partout où les bois ont repris possession du sol, les désordres ont cessé et les montagnes ont repris une figure stable.

» Il fait voir, avec une grande évidence, que le seul remède fondamental qu'on puisse apporter aux ravages des torrents, consisterait à *reboiser leurs bassins de réception*.

» L'ouvrage de M. Alexandre Surell fait connaître dans son essence intime un des éléments les plus importants de la statistique de nos départements du S.-E., un élément d'autant plus important à étudier, qu'il est pour eux un véritable fléau, et que cependant il n'est pas sans remède, puisqu'il doit une grande partie de son énergie à la dévastation des forêts, et que le reboisement des montagnes préviendrait la plupart des désastres occasionnés par les torrents.

» Nous pensons, d'après cela, que l'étude des torrents des Hautes-Alpes mérite un rang distingué parmi les ouvrages qui nous font connaître les éléments de la statistique générale de la France, et que l'Académie récompensera un travail d'une haute utilité en accordant à M. Alexandre Surell un des deux prix de Statistique qu'elle peut décerner pour 1841.

Conclusions.

» La Commission est d'avis :

» 1°. Que le prix de Statistique n'ayant pas été donné en 1840, il y a lieu de décerner, pour le concours de 1841, deux prix de valeur égale.

» 2°. Que l'un de ces prix doit être décerné à M. Dufau, pour son ouvrage intitulé : *Traité de Statistique, ou théorie des lois d'après lesquelles se développent les faits sociaux ; suivi d'un Essai de Statistique physique et morale de la population française.*

» 3°. Que l'autre prix sera décerné à M. Surell, ingénieur des ponts et chaussées, pour l'ouvrage intitulé : *Études sur les torrents des Hautes-Alpes;*

» 4°. Que la *Statistique des conseils de révision dans le département de Maine-et-Loire,* par M. Lachèse, médecin à Angers, mérite une mention honorable. »

L'Académie approuve ces conclusions. Elle décide, en outre, qu'une somme de 500 francs sera accordée à M. Surell, à titre d'indemnité pour les déplacements nombreux auxquels cet ingénieur s'est astreint, dans la vue de compléter l'exploration des torrents des Hautes-Alpes.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par madame la marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix, consistant dans la collection complète des ouvrages de Laplace, et qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le président a remis de sa main les cinq volumes de la *Mécanique céleste, l'Exposition du système du monde,* et le *Traité des probabilités,* à M. Bossey (Adolphe-Armand), premier élève sortant de la promotion de 1841.

SCIENCES PHYSIQUES.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR L'ANNÉE 1841.

(Commissaires, MM. Magendie, Duméril, Becquerel, Flourens, de Blainville rapporteur.)

« La Commission, nommée par l'Académie à l'effet de décerner le prix de Physiologie expérimentale pour l'année 1841, Commission composée de MM. Duméril, Becquerel, Magendie, Flourens, de Blainville, m'a chargé de lui présenter son Rapport ainsi qu'il suit :

» Elle a reçu les ouvrages de huit concurrents.

» L'un ne lui a pas paru devoir être considéré comme susceptible d'entrer au concours; il est intitulé :

Études expérimentales sur les fonctions de la peau; par M. **Ducos.**

» Deux lui ont semblé dignes d'être mentionnés honorablement comme ayant traité des questions d'un véritable intérêt, et quoique ces questions ne se rattachent peut-être pas encore directement à la physiologie expérimentale :

» Le premier, intitulé : *Recherches anatomiques et physiologiques sur les ovaires de l'espèce humaine considérés spécialement dans leur influence sur la menstruation, par* M. le docteur **Négrier**, d'Angers;

» Le second, en italien, sur l'influence de la nourriture et de la boisson sur la fécondité et la proportion des sexes dans les naissances chez l'espèce humaine; ainsi que sur le nombre et la position des mamelles dans tous les mammifères; par M. le professeur **Bellingieri**, de Turin.

» Quoique le sixième soit essentiellement anatomique, la Commission a cependant cru devoir le distinguer d'une manière toute particulière, à cause des recherches délicates et des résultats fort curieux qu'il renferme sur les changements que subissent toutes les parties de l'organisation d'une mouche dans ses métamorphoses.

» Il est dû à M. le docteur **Léon Dufour**, correspondant de l'Académie, et depuis longtemps connu d'elle par de nombreux et bons Mémoires sur l'anatomie des insectes.

» Deux n'ont pu être suffisamment examinés sous le rapport des expériences qui demandent à être répétées, et sont en conséquence renvoyés au concours de 1842.

» Ce sont :

» 1°. *Études nouvelles sur les phénomènes de la vie; par* M. le docteur **Gabillot.**

» 2°. *Expériences physiologico-pathologiques sur le mécanisme de l'inflammation; par* M. **Robert Latour.**

» Enfin, deux genres de travaux seulement lui semblent répondre aux intentions du fondateur, et mériter le prix de Physiologie expérimentale pour 1841.

» Ce sont :

» 1°. Quatre Mémoires de M. le docteur **Longet.**

» Le premier sur les fonctions du larynx chez les mammifères;

» Le second sur l'irritabilité musculaire;

» Le troisième sur les fonctions sensoriales et motrices des cordons de la moelle épinière, et des racines des nerfs qui en émanent;

» Le quatrième sur les fonctions de l'épiglotte.

» 2°. Essai sur les phénomènes électriques des animaux; par M. le professeur MATTEUCCI; essai formé déjà de deux Mémoires importants :

» L'un sur l'électricité développée dans le choc de la torpille,

» L'autre sur l'électricité qui se manifeste dans la contraction musculaire de la grenouille et des animaux à sang chaud, et principalement sur celle qui constitue le courant électrique propre dans ces mêmes animaux.

» En conséquence, à l'unanimité, sauf à l'égard de M. Longet, pour plusieurs des travaux duquel l'un de nous a cru devoir se récuser, comme ne pouvant pas être juge et partie sur des questions dont il s'est lui-même beaucoup occupé, la Commission partage le prix entre MM. Matteucci et Longet.

» Et comme la valeur de ce prix n'est que de 895 fr., et que ces deux concurrents ont dû être nécessairement conduits à des dépenses assez considérables pour faire leurs nombreuses expériences et les répéter devant les Commissaires et autres membres de l'Académie,

» La Commission a l'honneur de lui proposer d'ajouter à la valeur du prix, et à titre de dédommagement, une somme qui sera déterminée par elle.

» Elle lui propose en outre de décider que le Mémoire de M. Léon Dufour sera imprimé, pour faire suite à ceux dont il a déjà enrichi les *Actes de l'Académie.* »

L'Académie adopte ces deux dernières propositions, et, outre la valeur du prix, elle accorde à chacun des deux concurrents qui l'ont partagé, MM. Longet et Matteucci, pour les dédommager des frais auxquels les ont entraînés leurs expériences, une somme de 1500 fr.

PRIX RELATIF AUX ARTS INSALUBRES.

RAPPORT SUR LE CONCOURS DE L'ANNÉE 1841.

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Pelouze, Séguier, Dumas rapporteur.)

« La Commission des Arts insalubres a l'honneur de vous proposer d'a-

dopter les résolutions qui suivent relativement aux concurrents sur lesquels il avait été fait un rapport par la Commission précédente.

» Prix de 3000 francs à M. DE LA RIVE, professeur de Physique à Genève, pour avoir le premier appliqué les forces électriques à la dorure des métaux, et, en particulier, du bronze, du laiton et du cuivre.

» Prix de 6000 francs à M. ELKINGTON, pour la découverte de son procédé de dorure par voie humide, et pour la découverte de ses procédés relatifs à la dorure galvanique et à l'application de l'argent sur les métaux.

» Prix de 6000 francs à M. DE RUOLZ, pour la découverte et l'application industrielle d'un grand nombre de moyens propres soit à dorer les métaux, soit à les argenter, soit à les platiner, soit enfin à déterminer la précipitation économique des métaux les uns sur les autres par l'action de la pile.

» Relativement aux autres concurrents, la Commission propose d'ajourner toute décision, faute de renseignements propres à établir une application suffisante par l'industrie de leurs procédés ou de leurs produits.»

PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE.

RAPPORT SUR LES PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE POUR L'ANNÉE 1841.

(Commissaires, MM. Breschet, Double, Serres, Roux, Duméril, Larrey, de Blainville, Isid. Geoffroy-Saint-Hilaire, Magendie rapporteur.)

« Les ouvrages examinés par la Commission ont été, pour 1841, moins nombreux que ceux des années précédentes. On en trouvera la raison dans la sévérité que nous avons mise à exécuter littéralement le programme adopté par l'Académie, c'est-à-dire à n'admettre à concourir que les ouvrages accompagnés d'analyses où l'auteur mentionne la *découverte* ou les *découvertes* sur lesquelles il fonde ses prétentions. Grâce à cette sévérité, de trente-six ouvrages inscrits, il n'en est plus resté que vingt-six, dix ne remplissant point les conditions du programme.

» Il est à croire qu'à l'avenir les auteurs, avertis par cet exemple, ne s'excluront plus eux-mêmes du concours, en négligeant une formalité très-simple qu'il leur est si facile de remplir.

» Une autre décision de la Commission est encore venue diminuer le nombre des prétendants : se conformant à de sages précédents, la Commis-

sion n'a point admis à concourir les découvertes, quelle que fût d'ailleurs leur importance, qui n'ont point reçu de l'expérience la sanction suffisante. Pour ce motif, dont l'Académie comprend aisément toute la portée, ont été renvoyés à de futurs concours les ouvrages proposant de nouvelles opérations chirurgicales destinées à guérir le strabisme, la myopie, le bégayement, etc. Bien que ces ouvrages, et particulièrement celui de M. Lucien Boyer, offrent, par le grand nombre de faits anatomiques et pathologiques qu'ils renferment, un mérite remarquable, la Commission croit devoir s'abstenir et attendre l'épreuve du temps.

» Trois ouvrages, l'un de M. Petit, de Maurienne, *sur les habitations;* l'autre de M. Marc Despine, *sur les lois de la mortalité à Genève;* le troisième de M. Dubois, *sur la pathologie expérimentale,* n'ayant pas directement trait au prix que la Commission est chargée de décerner, ont été renvoyés soit à la Commission de Statistique, soit à celle des Arts insalubles, soit enfin à la Commission de Physiologie.

» Malgré la perte douloureuse de deux de ses membres, malgré la maladie ou l'absence de quelques autres, tous les ouvrages admis, au nombre de vingt-un, ont été l'objet d'un rapport et d'une discussion spéciale. Après les avoir mûrement examinés, et en tenant compte des restrictions ci-dessus mentionnées, la Commission a acquis la certitude qu'aucun des ouvrages présentés au concours, pour l'année 1841, ne contenait de découvertes assez importantes pour mériter un prix; mais elle pense que plusieurs de ces œuvres méritent encouragement et même récompense.

» En conséquence, la Commission a arrêté qu'une *récompense* serait donnée à M. le docteur **Bouillaud**, pour les deux ouvrages qu'il a envoyés au concours, et dont l'un a pour sujet *les maladies du cœur,* et l'autre *le rhumatisme.* En donnant une telle distinction à ces ouvrages, qui renferment des faits et des éclaircissements nouveaux sur le diagnostic de maladies très-graves, la Commission n'entend se prononcer ni sur les idées théoriques de l'auteur, ni sur le mode de thérapeutique qu'il propose, l'expérience n'ayant pas encore prononcé définitivement sur chacun de ces points.

» Une *récompense* a été accordée à M. **Grisolle**, pour son livre sur la *pneumonie.* Sans rien renfermer de neuf, cet ouvrage, par la manière dont il résume les faits et dont il apprécie les divers traitements d'une maladie des plus fréquentes, a paru digne d'être distingué.

» La Commission accorde un *encouragement* à M. **A. Becquerel**, pour ses recherches sur la *séméiotique des urines.* Cet ouvrage contient un grand nombre d'expériences qui, poursuivies et variées avec l'excellent esprit qui

dirige le jeune auteur, amènera sans doute d'utiles améliorations dans l'art difficile d'apprécier le caractère des maladies.

» Enfin, la Commission a décidé qu'elle mentionnerait honorablement le Mémoire de M. **Félix Hatin**, sur l'*Hémaleucose*.

» Quant aux travaux chirurgicaux, la Commission a arrêté qu'il serait donné une *récompense* à M. **Amussat**, pour sa *Nouvelle méthode d'entérotomie lombaire*.

» A M. **Ségalas**, pour son nouveau mode de traitement des *fistules urinaires*, et à M. **Ricord**, pour l'heureux perfectionnement qu'il a apporté à cette méthode.

» Une mention honorable est donnée à M. **Mercier**, pour son ouvrage sur les *maladies des voies urinaires*.

» La Commission a donc l'honneur de proposer à l'Académie de donner, à titre de récompense :

» A M. le docteur **Bouillaud**, la somme de 4000 francs;

» A M. le docteur **Amussat**, 3000 francs ;

» A M. le docteur **Grisolle**, 2000 francs;

» A M. le docteur **Ségalas**, 1500 francs;

» A M. le docteur **Ricord**, 1000 francs;

» A M. A. **Becquerel**, comme encouragement, 1000 francs. »

PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1842, 1843, 1844 ET 1845.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

POUR 1842.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du grand prix des sciences mathématiques qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique, la question suivante, relative au calcul des variations : *Trouver les équations aux limites que l'on doit joindre aux équations indéfinies pour déterminer complétement les maxima et les*

minima des intégrales multiples. On devra donner des exemples de l'application de la méthode à des intégrales triples.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de 3000 francs. Les mémoires ont dû être arrivés au secrétariat de l'Académie avant le 1er avril 1842. Ce terme était de rigueur.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

POUR 1843.

Dans la théorie des perturbations des planètes, on a exprimé, jusqu'à présent, les accroissements des coordonnées, dus aux forces perturbatrices, par des séries de sinus et de cosinus des multiples des moyens mouvements. Maintenant qu'on possède des tables numériques d'une autre espèce de fonctions périodiques, on pourrait essayer d'exprimer ces accroissements, soit dans la théorie des planètes, soit dans celle du mouvement de la Lune autour de la Terre, par des séries de ces autres fonctions. Afin d'appeler l'attention des géomètres sur cette manière nouvelle d'envisager le principal problème de la *mécanique céleste,* l'Académie avait proposé la question suivante pour sujet du grand prix de mathématiques qui devait être décerné en 1840 :

« Déterminer les perturbations du mouvement elliptique, par des séries de quantités périodiques, différentes des fonctions circulaires, de manière qu'au moyen des tables numériques existantes, on puisse calculer, d'après ces séries, le lieu d'une planète à toute époque donnée. »

L'Académie verrait avec intérêt que les formules qu'elle demande fussent applicables au mouvement de la Lune, lors même qu'elles conduiraient, dans ce cas, à une approximation moindre que celle qui a été obtenue dans ces derniers temps; mais elle ne fait pas de cette application particulière une condition du concours.

Aucun Mémoire n'ayant été adressé, la question a été remise au concours pour 1843, et est énoncée dans les termes suivants :

« Perfectionner les méthodes par lesquelles on résout le problème des
» perturbations de la Lune ou des planètes, et remplacer les développe-
» ments ordinaires en série de sinus et de cosinus, par d'autres dévelop-
» pements plus convergents, composés de termes périodiques que l'on
» puisse calculer facilement à l'aide de certaines tables construites une fois
» pour toutes. »

Les Mémoires devront être arrivés au secrétariat de l'Académie avant le 1er avril 1843.

PRIX D'ASTRONOMIE,

FONDÉ PAR M. DE LALANDE.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être accordée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les membres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique.

La médaille est de la valeur de 635 francs.

PRIX EXTRAORDINAIRE SUR L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA NAVIGATION

POUR 1844.

Le Roi, sur la proposition de M. le baron Charles Dupin, ayant ordonné qu'un prix de *six mille francs* serait décerné par l'Académie des Sciences en 1836,

Au meilleur ouvrage ou Mémoire sur l'emploi le plus avantageux de la vapeur pour la marche des navires, et sur le système de mécanisme, d'installation, d'arrimage et d'armement qu'on doit préférer pour cette classe de bâtiments,

L'Académie annonça qu'elle décernerait le prix dans sa séance publique de 1836.

Les auteurs des inventions présentées n'avaient pas donné aux Commissaires de l'Académie les moyens d'effectuer les expériences qui seules doivent en constater le mérite pratique. L'Académie remit donc la question au concours. De nouvelles pièces, de nouvelles inventions furent admises à concourir avec les premières.

Aucun des Mémoires n'ayant paru digne du prix, l'Académie propose encore une fois la même question.

Le prix, s'il y a lieu, sera décerné dans la séance publique de 1844. Les Mémoires devront être arrivés au secrétariat de l'Institut au 1er mars 1844.

PRIX DE MÉCANIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État, pour la fondation d'un prix annuel, en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie royale des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques ou des sciences.

Ce prix sera une médaille d'or de la valeur de *cinq cents francs*. Les ouvrages ou mémoires adressés par les auteurs, ou, s'il y avait lieu, les modèles des machines ou des appareils, ont dû être envoyés, francs de port, au secrétariat de l'Institut avant le 1er avril 1842.

PRIX DE STATISTIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Parmi les ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *statistique de la France*, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. On considère comme admis à ce concours les mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à la connaissance de l'Académie; sont seuls exceptés les ouvrages des membres résidants.

Les mémoires manuscrits ou imprimés, adressés par les auteurs, ont dû être envoyés au secrétariat de l'Institut, francs de port, et remis avant le 1er mai 1842.

Le prix consistera en une médaille d'or équivalente à la somme de *mille soixante francs*. Il sera décerné, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique.

Les concurrents pour tous les prix sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages envoyés au concours; mais les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies.

SCIENCES PHYSIQUES.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES

POUR 1845.

L'Académie propose, pour sujet du grand prix des sciences physiques qui sera décerné, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1845, la question suivante :

Déterminer, par des expériences précises, les quantités de chaleur dégagées dans les combinaisons chimiques.

Plusieurs physiciens distingués ont cherché à déterminer, par des expériences directes, les quantités de chaleur dégagées pendant la combinaison de quelques corps simples avec l'oxygène : mais leurs résultats présentent des divergences trop grandes pour que l'on puisse les regarder comme suffisamment établis, même pour les corps, tels que l'hydrogène et le carbone, qui ont plus particulièrement fixé leur attention.

L'Académie propose de déterminer, par des expériences précises :

1°. La chaleur dégagée par la combustion vive dans l'oxygène, d'un certain nombre de corps simples, tels que l'hydrogène, le carbone, le soufre, le phosphore, le fer, le zinc, etc. ;

2°. La chaleur dégagée dans des circonstances analogues par la combustion vive de quelques-uns de ces mêmes corps simples dans le chlore ;

3°. Lorsque le même corps simple peut former, par la combustion directe dans l'oxygène, plusieurs combinaisons, il conviendra de déterminer les quantités de chaleur qui sont successivement dégagées.

4°. On déterminera, par la voie directe des expériences, les quantités de chaleur dégagées dans la combustion par l'oxygène de quelques corps composés binaires, bien définis, dont les deux éléments soient combustibles, comme les hydrogènes carbonés, l'hydrogène phosphoré, quelques sulfures métalliques ;

5°. Enfin, les expériences récentes de MM. Hess et Andrews font prévoir les résultats importants que la théorie chimique pourra déduire de la comparaison des quantités de chaleur dégagées dans les combinaisons et décompositions opérées par la voie humide. L'Académie propose de confirmer, par de nouvelles expériences, les résultats annoncés par ces physiciens, et d'étendre ces recherches à un plus grand nombre de réactions chimiques, en se bornant toutefois aux réactions les plus simples.

Elle émet le vœu que les concurrents veuillent bien déterminer, autant que cela sera possible, les intensités des courants électriques qui se développent pendant ces mêmes réactions, afin de pouvoir les comparer aux quantités de chaleur dégagées.

EXTRAIT DU RAPPORT FAIT DANS LA SÉANCE DU 27 JUIN 1842.

M. Regnault, au nom de la Commission chargée de l'examen des Mémoires adressés pour le prix sur la *chaleur spécifique des corps* (1841), Commission composée de MM. Regnault, Gay-Lussac, Arago et Becquerel, fait un rapport dont les conclusions sont :

« 1°. Qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix, aucun Mémoire n'ayant été adressé sur ce concours;

» 2°. Que la question soit retirée;

» Et 3° qu'elle soit remplacée par celle de la *chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques.* »

La Commission propose de doubler le prix, qui sera par conséquent de 6 000 francs (1).

Les Mémoires devront être parvenus au secrétariat de l'Institut le 1er avril 1845.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES,

PROPOSÉ EN 1837 POUR 1839, ET REMIS AU CONCOURS POUR 1843.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix des sciences physiques à décerner *dans la séance publique de* 1839, la question suivante, qu'elle remet au concours pour 1843:

Déterminer par des expériences précises quelle est la succession des changements chimiques, physiques et organiques, qui ont lieu dans l'œuf pendant le développement du fœtus chez les oiseaux et chez les batraciens.

Les concurrents devront tenir compte des rapports de l'œuf avec le milieu ambiant naturel; ils examineront par des expériences directes l'influence des variations artificielles de la température et de la composition chimique de ce milieu.

---

(1) Une lettre ministérielle a approuvé cette proposition.

Dans ces dernières années, un grand nombre d'observateurs se sont livrés à des recherches profondes sur le développement du poulet dans l'œuf, et, par suite, à des études analogues sur le développement du fœtus dans les autres animaux ovipares. En général, ils se sont occupés de cet examen au point de vue anatomique. Quelques-uns pourtant ont abordé les questions chimiques nombreuses et pleines d'intérêt que cet examen permet de résoudre.

Admettons, en effet, que l'on fasse l'analyse chimique de l'œuf au moment où il est pondu, que l'on tienne compte des éléments qu'il emprunte à l'air ou qu'il lui rend pendant la durée de son développement, enfin qu'on détermine les pertes ou les absorptions d'eau qu'il peut éprouver, et l'on aura réuni tous les éléments nécessaires à la discussion des procédés chimiques employés par la nature pour la conversion des matériaux de l'œuf dans les produits bien différents qui composent le jeune animal.

En appliquant à l'étude de cette question les méthodes actuelles de l'analyse organique, on peut atteindre le degré de précision que sa solution exige.

Mais s'il est possible de constater par les moyens chimiques ordinaires les changements survenus dans les proportions du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène ou de l'azote, si ces moyens suffisent, à plus forte raison, en ce qui concerne les modifications des produits minéraux qui entrent dans la composition de l'œuf, il est d'autres altérations, non moins importantes, qui ne peuvent se reconnaître qu'à l'aide du microscope.

L'Académie désire que, loin de se borner à constater, dans les diverses parties de l'œuf, la présence des principes immédiats que l'analyse en retire, les auteurs fassent tous leurs efforts pour constater, à l'aide du microscope, l'état dans lequel ces principes immédiats s'y rencontrent.

Elle espère d'heureux résultats de cette étude chimique et microscopique des phénomènes de l'organogénésie.

Indépendamment de l'étude du développement du fœtus dans ces conditions normales, il importe de constater les changements que les modifications de la température ou de la nature des milieux dans lesquels ce développement s'effectue, peuvent y apporter. Les concurrents auront donc à examiner pour les œufs d'oiseaux, leur incubation dans divers gaz; pour ceux des batraciens, leur développement dans des eaux plus ou moins chargées de sels, plus ou moins aérées.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de 3000 francs.

Les mémoires devront être remis au secrétariat de l'Académie avant le 1er avril 1843. Ce terme est de rigueur. Les auteurs devront inscrire leur nom dans un billet cacheté, qui ne sera ouvert que si la pièce est couronnée.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES,

PROPOSÉ POUR 1837, PUIS POUR 1839, ET REMIS AU CONCOURS POUR 1843.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix des sciences physiques à décerner en 1837, la question suivante :

Déterminer par des recherches anatomiques et physiques quel est le mécanisme de la production du son chez l'homme et chez les animaux vertébrés et invertébrés qui jouissent de cette faculté.

Cette question n'ayant point été résolue, l'Académie, en 1837, la remit au concours pour l'année 1839, en la restreignant dans les termes suivants :

Déterminer par des recherches anatomiques, par des expériences d'acoustique et par des expériences physiologiques, quel est le mécanisme de la production de la voix chez l'homme et chez les animaux mammifères.

La question, réduite à ces termes, n'a point été résolue encore.

Voici le Rapport de la Commission qui avait été chargée de juger les pièces adressées pour le concours :

RAPPORT DE LA COMMISSION.

(Commissaires, MM. Savart, Magendie, Breschet, Flourens, de Blainville rapporteur.)

« Six Mémoires ont été envoyés au concours.

» Les numéros 4 et 5 étant imprimés, avec le nom de leurs auteurs, n'ont pu être admis, d'après l'une des conditions imposées aux concurrents, celle d'adopter une épigraphe et d'envoyer leur nom dans un billet cacheté.

» Des quatre autres concurrents, deux seulement ont paru avoir senti la nature véritable et la difficulté de la question. Cependant, la Commission

n'a pas jugé leur travail digne du prix, par défaut de recherches anatomiques ou d'expériences d'acoustique suffisantes; en conséquence, elle déclare qu'il n'y a pas lieu à ce que le prix des sciences physiques pour 1839 soit décerné.

» Mais, vu le grand intérêt du sujet, et dans l'espoir que les personnes qui ont déjà commencé un long travail, pourront le perfectionner et ainsi atteindre le but, la Commission propose à l'Académie de remettre, pour la troisième fois, la question au concours, en la divisant en deux parties, l'une limitée à l'espèce humaine et aux expériences d'acoustique et physiologiques, l'autre qui se bornerait aux recherches anatomiques comparées dans l'homme et chez les mammifères. Mais, dans ce dernier cas, la Commission demanderait à l'Académie que la somme nécessaire pour l'établissement de ce second prix, pût être prise sur les fonds Montyon en réserve. »

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport :

En conséquence, les deux questions suivantes sont proposées pour l'année 1843 :

1°. *Déterminer par des expériences d'acoustique et de physiologie quel est le mécanisme de la production de la voix chez l'homme.*

2°. *Déterminer par des recherches anatomiques la structure comparée de l'organe de la voix chez l'homme et chez les animaux mammifères.*

Chaque prix consistera en une médaille d'or de la valeur de 3000 francs.

Les mémoires devront être remis au secrétariat de l'Académie avant le 1er avril 1843. Ce terme est de rigueur. Les auteurs devront inscrire leurs noms sur un billet cacheté qui ne sera ouvert que si la pièce est couronnée.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Feu M. le baron de Montyon ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner chaque année, et le roi ayant autorisé cette fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818;

L'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de *huit cent quatre-vingt-quinze francs* à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Le prix sera décerné dans la première séance publique de 1843.

Les ouvrages ou mémoires présentés par les auteurs ont dû être envoyés francs de port au secrétariat de l'Institut avant le 1er avril 1842.

DIVERS PRIX DU LEGS MONTYON.

Conformément au testament de feu M. le baron Auget de Montyon, et aux ordonnances royales du 29 juillet 1821, du 2 juin 1824, et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir,* et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la médecine ou la chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit aux prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des ouvrages couronnés, ne peuvent être indiquées d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé : mais les libéralités du fondateur et les ordres du Roi ont donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable; en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus, soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Conformément à l'ordonnance du 23 août, il sera aussi décerné des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les ouvrages ou mémoires présentés par les auteurs ont dû être envoyés francs de port au secrétariat de l'Institut avant le 1er avril 1842.

PRIX RELATIF A LA VACCINE

POUR **1842** (1).

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet d'un prix de *dix mille* francs, qui sera décerné, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1842, la question suivante:

La vertu préservative de la vaccine est-elle absolue, ou bien ne serait-elle que temporaire?

Dans ce dernier cas, déterminer par des expériences précises et des faits authentiques, le temps pendant lequel la vaccine préserve de la variole.

Le cow-pox a-t-il une vertu préservative plus certaine ou plus persistante que le vaccin déjà employé à un nombre plus ou moins considérable de vaccinations successives?

En supposant que la qualité préservative du vaccin s'affaiblisse avec le temps, faudra-t-il le renouveler, et par quels moyens?

L'intensité plus ou moins grande des phénomènes locaux du vaccin a-t-elle quelque relation avec la qualité préservative de la variole?

Est-il nécessaire de vacciner plusieurs fois une même personne, et, dans le cas de l'affirmative, après combien d'années faut-il procéder à de nouvelles vaccinations?

Les Mémoires ont dû être remis au secrétariat de l'Académie avant le 1er avril 1842. Ce terme était de rigueur.

PRIX FONDÉ PAR M. MANNI

POUR **1842** (2).

M. Manni, professeur à l'Université de Rome, ayant offert de faire les fonds d'un prix spécial de *quinze cents* francs, à décerner par l'Académie, sur la question *des morts apparentes et sur les moyens de remédier aux accidents funestes qui en sont trop souvent les conséquences;* et le Roi,

---

(1) Les pièces adressées pour ce concours n'ayant pu, vu leur grand nombre, être complétement examinées, le prix sera décerné dans la séance publique de 1843.

(2) Ce prix sera décerné dans la première séance publique de 1843.

par une ordonnance en date du 5 avril 1837, ayant autorisé l'acceptation de ces fonds et leur application au prix dont il s'agit:

L'Académie avait proposé, en 1837, pour sujet d'un prix qui devait être décerné dans la séance publique de 1839, la question suivante:

Quels sont les caractères distinctifs des morts apparentes?

Quels sont les moyens de prévenir les enterrements prématurés?

L'Académie reçut, en 1839, sept Mémoires manuscrits. Plusieurs d'entre eux parurent renfermer des vues utiles, mais que l'expérience n'avait pas encore suffisamment justifiées.

En conséquence, l'Académie, dans sa *séance publique* du 30 décembre 1839, a remis le prix sur les *morts apparentes* à l'année 1842, espérant que, dans le cours de ces deux années, les auteurs trouveront le temps nécessaire pour donner à leur travail le degré de perfection que réclame un sujet aussi important.

Les Mémoires ont dû être remis au secrétariat de l'Institut avant le 1er avril 1842.

LECTURES.

Étude sur la méthode zoologique de Linné; par M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.

« Messieurs,

» Le domaine de l'esprit humain est inépuisable: le travail et le génie y étendent au loin leurs conquêtes, sans jamais en atteindre les limites

» On a dit, on a même prétendu démontrer qu'il ne reste plus rien de vraiment nouveau à découvrir: pas une voie ne serait ouverte devant les générations modernes, où déjà ne se vît l'empreinte des pas de quelques heureux devanciers: nous ne saurions faire sortir de terre une moisson dont les prémices n'eussent été levées.

» Cette thèse, dont l'envie et la médiocrité se sont fait, à plusieurs reprises, une arme contre le génie et l'invention, est loin d'être nouvelle. Dès le xvie siècle, alors que Keppler et Galilée venaient de naître; quand Newton et Leibnitz, quand toutes les grandes intelligences du xviiie siècle n'étaient encore que dans les desseins de la Providence; à cet instant solennel où s'ouvrait l'ère nouvelle des sciences, et où la parole prophétique de Bacon allait proclamer la grandeur future de l'esprit humain, des apôtres enthousiastes des temps passés osaient poser devant lui des limites qui déjà ne le contenaient plus!

» Il pouvait être permis alors de nier le progrès; qui l'oserait aujourd'hui? Dans l'opinion que j'ai rappelée, et qui, un instant, parut à Bacon dangereuse pour l'avenir des sciences, nous ne saurions plus voir aujourd'hui qu'un de ces vains paradoxes, recélant en eux quelque vérité, et par cela même plus condamnables encore, tant le vrai y est dénaturé!

» Sans doute toutes les découvertes à venir ont des connexions intimes et nécessaires avec les découvertes déjà faites. Un lien, aperçu ou ignoré, visible ou invisible, unit toutes les vérités du même ordre et tous les ordres de vérités, comme, dans l'univers physique, une force commune lie tous les astres d'un même monde et tous les mondes. Les découvertes naissent les unes des autres, plus ou moins rapides selon la puissance des efforts qui les produisent; et il est juste de dire qu'elles ont leurs racines dans les travaux antérieurs, et presque qu'elles s'y trouvent virtuellement contenues. Mais c'est ici l'un de ces rapports généraux dont nous apercevons abstractivement l'existence, sans pouvoir aller au delà d'une notion vague, à peine susceptible de quelques douteuses applications: car si, d'un fait, d'une idée présentement acquise à la science, il peut, il doit naître dans l'avenir, une longue suite de découvertes, notre esprit, tout en la pressentant, ne saurait pas plus l'y apercevoir à l'avance, que nos yeux ne voient dans l'humble gland du chêne la forêt qui peut en provenir un jour.

» C'est donc en vain que l'on essayerait de poser des bornes aux conquêtes futures de la science: il reste devant elles d'immenses espaces inconnus. Newton s'est comparé quelque part à un enfant ramassant des coquillages au bord de l'océan de la vérité: image modeste sans doute, mais juste et vraie, lors même qu'elle s'applique à la plus grande gloire scientifique qui ait jamais honoré l'humanité!

» Et s'il m'est permis d'ajouter quelques réflexions à une pensée émanée de si haut, ce n'est pas devant nous seulement, et dans ces espaces inconnus, que la science peut aller chercher des conquêtes nouvelles: c'est partout, c'est dans toutes les directions, dans celles mêmes qui ont été le plus souvent et le plus laborieusement explorées. Quand on a soutenu qu'il ne reste plus de questions vraiment neuves et vierges encore de tout effort humain, on ne s'est pas seulement trompé; on a dit précisément l'inverse de la vérité. Ce qu'il fallait dire, c'est qu'il n'est pas de questions que l'on puisse considérer comme vieilles, usées et indignes d'un nouvel examen. Les preuves historiques se présenteraient en foule à l'appui de cette proposition, si de telles preuves étaient nécessaires pour établir

une conséquence aussi évidente de la faiblesse et de la limitation de notre esprit, comparées au nombre et à la complication infinie des faits naturels.

» Toute découverte importante constitue pour la science un double progrès: en même temps qu'elle recule les limites de nos connaissances, qu'elle ouvre à l'esprit humain l'accès de régions jusqu'alors inconnues, elle lui fait voir sous un point de vue nouveau tout ce qu'il s'était acquis par des travaux antérieurs. En un mot, la perspective change en même temps que l'horizon se déplace. La marche ascendante de la science vers la vérité est ici comparable au magnifique spectacle qu'offrent chaque jour à nos yeux le lever et l'ascension du soleil: d'instant en instant un double effet se produit; en même temps que de nouveaux objets s'échappent graduellement du sein des ténèbres, les ombres diminuent et se déplacent sur ceux que des rayons, plus obliques et moins éclatants, avaient éclairés d'abord.

» Si cette comparaison a quelque justesse, qu'il me soit permis de la suivre un peu plus loin, et de compléter ma pensée. Que dirait-on d'un artiste qui ayant peint, le matin, les arbres, les champs, les prairies d'un coteau, au moment où ils commencent à sortir de l'obscurité, ne verrait pas, dans ce même paysage pris aux heures suivantes de la journée, le sujet de tableaux différents, plus dignes encore d'employer toutes les ressources de son art? Or tel serait le savant, tel surtout le naturaliste qui, après avoir, dans les premières phases et pour ainsi dire au matin de la science, résolu de difficiles problèmes, s'arrêterait satisfait de son œuvre, sans comprendre que, si admirable qu'elle puisse être, elle reste nécessairement défectueuse et incomplète; car, plus tard, quand le jour luira plus brillant, une multitude de détails et de rapports, jusque là indistincts et inaperçus, deviendront perceptibles, et ne pourront manquer, par eux-mêmes ou par leurs conséquences, de modifier et d'étendre, souvent au delà de toute prévision, les résultats antérieurement obtenus. Ainsi tombent, avec le temps, les barrières devant lesquelles le génie même avait dû s'arrêter; et telle vérité qu'avaient en vain cherchée les maîtres de la science, se révèle pour ainsi dire d'elle-même dans le siècle suivant, à l'un de leurs obscurs successeurs!

» Ces considérations, messieurs, étaient nécessaires pour me justifier, dès le début de ce discours, du reproche de témérité que je pourrais encourir, au moment où j'ose revenir devant vous sur quelques-uns des services rendus à la science par Linné. Quel sujet, en histoire naturelle, fut

traité plus souvent, et le fut avec une supériorité plus décourageante pour ceux qui ne craindraient pas de l'aborder à l'avenir! Tandis que, sur la tombe récemment fermée de Linné, le roi Gustave III exprimait solennellement les regrets et la reconnaissance de la Suède, deux des esprits les plus éminents du XVIII^e^ siècle, Condorcet et Vicq d'Azyr, se faisaient, parmi nous, les historiens du naturaliste d'Upsal; ils exposaient, avec autant de profondeur que d'éloquence, les titres immortels de ce grand homme. En présence de tels souvenirs, ne devais-je pas hésiter avant d'oser dire que si les jugements portés jusqu'à ce jour sur Linné sont justes et vrais, ils peuvent n'être pas complets, et que s'il n'y a rien à rectifier en eux, le moment peut être venu d'y ajouter quelque chose?

» Et même j'irai plus loin : Linné pourrait être un naturaliste éminent, mais il n'aurait pas mérité le titre de législateur de l'histoire naturelle, que ses contemporains lui ont décerné, et qu'il conservera toujours; il ne serait pas le digne émule de notre immortel Buffon, si l'étendue des services rendus par lui à la science avait pu être si tôt mesurée, si l'admiration avait pu dès l'abord s'adresser à son œuvre tout entière. Un grand homme, a-t-on dit, n'est pas de son siècle. C'est une proposition que je ne saurais admettre : il est des lumières trop vives pour ne pas frapper tous les yeux! Mais ne peut-on dire qu'un homme véritablement grand est tout à la fois de son siècle et des siècles suivants? car, après avoir exercé une irrésistible action sur son époque par ses pensées ou par ses actes, il étend son influence sur les siècles suivants par les développements, par les conséquences longtemps imprévues de ces mêmes pensées et de ces mêmes actes. Et c'est pourquoi, lors même que la postérité semble avoir confirmé les premiers jugements, lorsqu'une gloire, reconnue et honorée dès l'origine, brille d'un éclat égal dans les siècles suivants, on trouve presque toujours que les motifs qui déterminent l'admiration réfléchie de la postérité diffèrent de ceux qui avaient causé l'entraînement enthousiaste des contemporains.

» Parmi les nombreux ouvrages de Linné, un seul, et même une de ses trois parties seulement, nous occupera dans ce fragment : c'est le *Systema naturæ,* livre sans modèle avant Linné, et qui n'a pas été imité depuis; livre dont le plan gigantesque eût suffi à l'illustration de son auteur, et dont l'exécution devait sembler impossible sans le concours des naturalistes les plus distingués de l'époque. Un seul homme cependant réalisa l'œuvre que, seul, il avait conçue; mais cet homme était Linné, et quarante années furent consacrées à la préparer, à l'exécuter, à la perfectionner!

» On sait l'immense succès qu'obtint le *Systema naturæ*, du vivant même de son auteur. A une époque où l'histoire naturelle, n'ayant encore ni les méthodes sûres et faciles qu'elle allait devoir à Linné, ni l'éclat et la grandeur que devait lui donner Buffon, était peu cultivée chez les nations même les plus avancées; à une époque où il existait à peine quelques naturalistes de profession, on reconnut, on pressentit du moins, dans le *Systema naturæ*, dès sa première apparition, une de ces œuvres privilégiées qui honorent leur époque et qui doivent instruire l'avenir. En vain plusieurs voix s'élevèrent contre un livre trop nouveau pour être compris de tous, contre une réforme trop fondamentale pour être acceptée sans résistance; en vain deux des grandes illustrations du siècle, en Allemagne, Haller, et, pourquoi faut-il le dire? en France, Buffon, protestèrent contre des vues trop différentes des leurs; en vain quelques-uns, franchissant les limites de la critique permise, se laissèrent entraîner jusqu'à la censure acerbe: Linné poursuivit ses innovations d'une main ferme et sûre, ne se laissant jamais décourager par la critique, parfois en profitant; cherchant le progrès par toutes les voies; rendant ainsi d'année en année son succès plus mérité, plus assuré et plus général, et contraignant ses adversaires eux-mêmes à lui reprocher, par conséquent à reconnaître, ce qu'ils appelaient l'*insupportable domination* du législateur de l'histoire naturelle. En zoologie, l'influence de Linné resta puissante en présence même des travaux de Buffon; et il est vrai de dire que ceux-ci y ajoutèrent encore, grâce au grand nombre d'intelligences qui furent tout à coup appelées à la culture de l'histoire naturelle, et dont la plupart, à peine initiées à la science par Buffon, applaudirent et voulurent participer à l'œuvre de Linné.

» Parmi les progrès que l'on dut au *Systema naturæ*, il en est trois surtout dont l'importance fut, dès l'origine, hautement proclamée. Une nomenclature uniforme établie pour les deux règnes organiques; la langue scientifique soumise pour la première fois à d'invariables règles; les êtres naturels coordonnés et classés selon un plan aussi nouveau que vaste: tels furent les fondements de l'autorité presque sans rivale que Linné, dans sa glorieuse vieillesse, exerçait sur les naturalistes de son époque; telle fut la source de cette profonde admiration des contemporains dont un roi, qui voulait honorer Linné et qui s'honorait lui-même, se fit le digne interprète. Ces titres de Linné, pris dans leur ensemble, sont encore ceux que nous plaçons au rang le plus élevé, mais non entièrement par les mêmes motifs et avec les mêmes convictions.

» Bien que la nomenclature présentement admise dans la science soit également appelée *nomenclature binaire* et *nomenclature linnéenne;* bien que l'on ait désigné sous le nom de *style linnéen* le langage si serré et si concis de nos caractéristiques et de nos descriptions techniques, il est de fait que Linné n'est le premier inventeur ni de l'une ni de l'autre.

» Dans les livres de toutes les époques; bien plus, avant qu'il n'existât des livres, dans toutes les langues, des exemples se trouvent de cette association ingénieuse de deux noms simultanément donnés à une espèce animale ou végétale, et exprimant, l'un les conditions communes qui la relient avec les êtres les plus rapprochés d'elle, l'autre les caractères propres qui l'en distinguent. Cette nomenclature, si précieuse comme artifice mnémonique, seul mérite que lui aient reconnu quelques esprits superficiels, était employée chez les Romains; elle l'était et l'est encore chez les Arabes; elle l'est chez les Malais et chez les Nègres eux-mêmes dans plusieurs parties de l'Afrique; et souvent les noms binaires usités chez ces peuples barbares sont tellement conformes aux principes linnéens, tellement rationnels, que les naturalistes n'ont pu faire mieux que de les traduire et de les adopter.

» L'origine de la nomenclature binaire se perd donc, en réalité, dans la nuit des temps. Mais, le premier, Linné en comprit toute l'importance philosophique : le premier il osa concevoir la pensée d'en faire, à l'immense série des êtres naturels, une application régulière, uniforme, harmonique; d'exprimer par le double nom de chaque espèce ses affinités les plus directes et les plus fondamentales et l'une de ses particularités les plus caractéristiques, et, tout en diminuant dans une immense proportion le nombre des mots nécessaires, d'indiquer par la nomenclature elle-même une multitude d'idées, de rapports et d'analogies. Telle est la réforme que Linné eut le courage d'entreprendre et le bonheur d'accomplir; réforme dont notre époque surtout recueille le bienfait. Sans elle, sans l'application continue des préceptes linnéens, l'histoire naturelle, il est permis de l'affirmer, serait aujourd'hui et plus que jamais plongée dans le chaos. Après les découvertes faites, depuis un quart de siècle, sur toute la surface du globe; quand plusieurs milliers de poissons, de mollusques, d'oiseaux, encombrent les grands musées de l'Europe; quand, dans une seule classe, celle des insectes, les dénombrements les plus récents ont donné le total effrayant de près de quatre-vingt mille espèces; la nomenclature binaire pouvait seule, en prévenant le désordre dans les mots, prévenir aussi son

inévitable conséquence, le désordre dans les idées, et empêcher la science de succomber sous le poids même de ses richesses nouvelles!

» Je passerai rapidement sur la langue descriptive de Linné, car je ne pourrais guère que me répéter. Linné n'a point inventé cette langue : il en a trouvé les germes déjà existant dans la science. Chose singulière! cette langue, dans laquelle des disciples enthousiastes de Linné ont vu l'une de ses plus belles créations, en faveur de laquelle une éphémère, mais vive réaction a été tentée contre le style même de Buffon; cette langue, purement technique, était née, plus d'un siècle avant Linné, des premiers efforts des naturalistes et de l'imperfection elle-même de l'histoire naturelle dans ces temps reculés. Avant que Linné n'eût établi et consacré par son autorité l'usage de ce qu'on appelle aujourd'hui les noms spécifiques, il fallait y suppléer par des phrases descriptives, dont le mérite consistait essentiellement dans l'alliance d'une exactitude suffisante et d'une extrême concision. Il n'était donc pas logiquement nécessaire que l'emploi de la nomenclature binaire conduisît à l'invention de ce qu'on a nommé la nouvelle langue; par lui, au contraire, le style concis des devanciers de Linné cessait d'être indispensable.

» Mais Linné n'était pas homme, parce qu'il opérait un progrès, a en négliger un autre, déjà préparé et commencé avant lui. Par la rigueur avec laquelle il définit les termes déjà usités, par le tact sans égal qu'il porta dans le choix des mots anciens et dans la formation des mots nouveaux, par la sagesse des lois auxquelles il soumit l'emploi des uns et des autres, en un mot par l'habileté avec laquelle il régularisa et enrichit une langue à peine ébauchée avant lui, il se l'appropria véritablement, et mérita de lui donner son nom.

» Perfectionner ainsi, c'est presque créer. Et cependant ce n'est encore là que la moindre partie, que la face la moins nouvelle et la moins brillante de l'œuvre de Linné. La classification botanique, exposée dans le *Systema naturæ*, est, de l'aveu de tous, le plus facile et le plus ingénieux des systèmes : la méthode naturelle, sans la faire oublier, a pu seule prévaloir sur elle. La classification zoologique s'élève plus haut encore : ce n'est plus seulement un système; c'est une méthode dont le temps ne peut qu'affermir les inébranlables fondements.

» Pourquoi cette destinée si contraire de ces deux parties d'un même livre? Et quand le système botanique de Linné a eu dans la science aussi peu de durée qu'il y a jeté d'éclat, pourquoi sa classification zoologique, moins admirée par les contemporains, et aujourd'hui encore moins célèbre,

a-t-elle été perfectionnée, étendue, modifiée de mille manières, mais jamais renversée par les progrès ultérieurs de la science?

» Il est remarquable que les naturalistes, non-seulement n'aient pas répondu à cette question, mais ne l'aient même jamais nettement posée, et qu'ils aient ainsi laissé dans l'oubli un sujet qui intéresse à un si haut degré l'histoire de leur science.

» En créant, pour les végétaux, une classification générale, rationnelle et de l'usage le plus facile, en la fondant sur ces organes floraux dont les fonctions, récemment connues, excitaient si vivement l'intérêt du monde savant, Linné avait réuni, dans son système botanique, tous les éléments d'une immense popularité. Plus complexe dans son plan, plus difficile à concevoir et à appliquer, précisément parce qu'elle recélait une science plus profonde et des vues plus nouvelles, la classification des animaux, dans un temps surtout où la zoologie comptait si peu d'observateurs, ne pouvait être ni aussi bien comprise, ni autant appréciée. Et d'ailleurs, lorsque ces deux classifications, réunies dans le même livre, revêtues des mêmes formes, exposées dans le même langage, se présentaient comme le complément l'une de l'autre, ne devait-il pas sembler évident qu'une œuvre identique venait d'être accomplie pour les deux règnes organiques? Quel esprit, à cette époque déjà si éloignée de nous, eût été assez pénétrant pour reconnaître que, sous des apparences semblables, le fond était divers; assez sagace pour voir, dans l'une de ces deux moitiés du même ouvrage, le couronnement du passé, le plus parfait, mais le dernier modèle des classifications artificielles, dans l'autre, un premier pas fait dans les voies de l'avenir; assez clairvoyant pour prédire que le rapide succès de l'une ne serait qu'éphémère, et qu'une tardive mais durable admiration était dans les destinées de l'autre?

» On admit donc que les deux classifications de Linné, comme elles avaient les mêmes formes, reposaient sur les mêmes principes. Et non-seulement on l'admit du vivant de Linné, mais aussi dans tout le cours du XVIII^e siècle. Les travaux eux mêmes des Jussieu ne détruisirent pas cette conviction. En vain l'illustre auteur du *Genera plantarum* enseigna-t-il à tous, par la double autorité de ses préceptes et de son exemple, les différences fondamentales du système et de la méthode; en vain les principes et la pratique même de celle-ci devinrent-ils familiers à tous: le véritable caractère de la classification zoologique de Linné continua d'être méconnu.

» Et cependant, dès 1735, Linné avait entrevu les principes féconds de la méthode naturelle, tenté une première application au règne animal, et

préludé, d'une main ferme, aux travaux du XIXe siècle! Comment lui contester cet honneur, en présence de ces exposés généraux dans lesquels il résume avec une si grande supériorité, et en les classant selon leur importance, les caractères de chaque groupe? Comment supposer une différence fondamentale entre les principes linnéens et les principes de la classification actuelle, quand les conséquences des premiers sont identiques avec celles des seconds; quand la plupart des divisions secondaires et tertiaires, des classes même de Linné subsistent encore dans la science et sans nul doute y demeureront toujours religieusement conservées?

» La classification de Linné, c'est donc la classification actuelle elle-même, mais naissante, débile encore et presque méconnaissable. Comment retrouver en elle, sans le secours d'une exacte et rigoureuse analyse, cette même méthode que nous admirons, si puissante et si grande, dans Cuvier; cette méthode préparée par une savante discussion de la valeur des caractères; appuyée sur d'irrécusables et lumineux principes; assise sur les bases, seules immuables, de l'anatomie comparée; justement confiante dans sa force, et ne s'arrêtant ni devant la difficulté d'aucune question, ni devant l'immensité d'aucun sujet; révélant, pour la première fois, les mystères de l'organisation de ces groupes inférieurs et, comme on l'a dit dans cette enceinte, de cet autre règne animal à peine connu avant Cuvier; osant même franchir les limites de la création actuelle; exhumant de la nuit des âges les espèces primitives; ranimant devant nous leurs débris mutilés, et reconstruisant, pour y pénétrer, ce monde antique dont le créateur avait séparé l'homme par tant de siècles, tant de bouleversements!

» Auprès de ces merveilles, et lorsqu'on la considère du haut de la science moderne, la méthode de Linné doit paraître bien humble et bien modeste. Ce qui, à un moment donné, nous semble lumière, peut, dans un autre instant, nous sembler ombre par comparaison. Mais, au point de vue d'une saine et équitable philosophie, la grandeur des progrès accomplis dans une époque n'ôte rien et ne peut qu'ajouter à l'importance des travaux qui les ont laborieusement préparés durant le siècle précédent. Avant que la méthode eût étendu ses applications au delà de quelques faits secondaires, de quelques résultats obscurs, son origine et ses premiers efforts eussent semblé à peine dignes d'intéresser l'histoire spéciale de la zoologie: aujourd'hui, ses plus humbles commencements ne sauraient plus être oubliés par l'histoire elle-même de l'esprit humain. Plus les principes entrevus par Linné ont été placés depuis sous un jour brillant, plus ses premiers essais de méthode ont été dépassés, plus on s'est

avancé dans la voie qu'il a ouverte, et plus ses droits à l'admiration de la postérité deviennent solides et incontestables.

» Je viens d'essayer, messieurs, de faire revivre l'un des titres oubliés de l'illustration de Linné. Je l'ai fait avec l'impartialité de l'historien, heureux lorsqu'il peut revendiquer en faveur de son pays un progrès de plus, mais sachant, lorsque la justice et la vérité le lui prescrivent, rendre un libre et pur hommage au génie, dans quelque temps et dans quelques lieux qu'il ait brillé. J'ai suivi à la fois et les inspirations de ma conscience, et les anciennes et nobles traditions de cette Académie, assemblée toute française par ses vives sympathies pour la gloire nationale, mais aussi véritable tribunal européen, auquel les savants de tous les pays, avec une confiance qui s'adresse autant à sa haute équité qu'à ses lumières, viennent chaque jour déférer l'appréciation de leurs droits et le jugement de leurs titres. Dans cette séance même, l'une de ces découvertes galvaniques dont la patrie de Volta reste encore le théâtre privilégié, n'a-t-elle pas obtenu l'une de vos plus belles récompenses? et tout à l'heure encore, n'est-ce pas à une illustration étrangère, bien que chère à la France, qu'un plus éclatant honneur va être décerné au nom de l'Académie ?

» Pourrais-je, d'ailleurs, craindre de reconnaître dans Linné l'un des précurseurs du dix-neuvième siècle? Ce titre n'appartient-il pas aussi, et dans un degré plus éminent encore, à notre immortel Buffon, enfin replacé au rang scientifique qui lui appartient par des travaux récents, signés des plus grands noms de la littérature, de la philosophie et de l'histoire naturelle. Linné et Buffon! génies égaux peut-être, mais divers, que la même année vit naître, qui se dévouèrent à la même science, qui marchèrent vers le même but, dont la vieillesse fut entourée des mêmes honneurs, mais dans la destinée desquels il fut de se compléter l'un l'autre par l'opposition des qualités contraires, et de s'estimer sans se comprendre : Linné, aussi patient, aussi sagace dans la recherche des faits, qu'ingénieux à les coordonner; plus prudent encore que hardi dans ses déductions; ne dédaignant pas de se tenir longtemps terre à terre, perdu en apparence au milieu d'innombrables détails, pour s'élever ensuite d'un vol plus sûr vers les hautes régions de la science; habile à former des hypothèses, mais ne se faisant pas illusion sur elles, et lors même qu'il les étend à l'ensemble de la création terrestre, ne se laissant pas éblouir par leur grandeur; assignant, avec une étonnante sûreté de jugement, à chaque notion son rang et sa valeur, comme à chaque être sa place; doué d'une persévérance qui ne fut

jamais ni découragée par les obstacles ni fatiguée par le temps; aimant la vérité pour elle-même, et trouvant que son expression la plus brève et la plus simple est aussi la plus belle; recherchant seulement dans son exposition cette élégance propre aux écrits scientifiques, qui résulte de l'enchaînement des pensées plus que du choix des mots; enfin, sans cesser jamais d'être original et concis, variant son style depuis la précision austère de la formule jusqu'à cette haute poésie dont la Genèse nous offre les plus sublimes modèles : Buffon, sagace, ingénieux à l'égal de Linné, mais dans un autre ordre d'idées; dédaignant les détails techniques; négligeant de multiplier autour de lui les faits d'observation, mais saisissant les conséquences les plus cachées de ceux qu'il possède, et sur une base fragile élevant hardiment un édifice durable, dont lui seul et la postérité concevront le gigantesque plan; se refusant à emprisonner sa riche imagination dans le cercle étroit des méthodes, et cependant, par une heureuse contradiction, créant un jour une classification que Linné même put lui envier; s'égarant parfois dans ces espaces inconnus où il s'élance sans guide, mais sachant rendre fructueuses ses erreurs même; passionné pour tout ce qui est beau, pour tout ce qui est grand, et s'il ne termine rien, osant du moins tout commencer; avide de contempler la nature dans son ensemble, et appelant à son aide, pour la peindre dignement, tous les trésors d'une éloquence que nulle autre n'a surpassée : Linné, un de ces types si rares de la perfection de l'intelligence humaine, où la synthèse et l'analyse se complètent et se fécondent l'une l'autre : Buffon, un de ces hommes puissants par la synthèse, qui, franchissant d'un pied hardi les limites de leur époque, s'engagent seuls dans des voies inconnues, et s'avancent vers les siècles futurs en tenant tout de leur génie comme un conquérant de ses victoires! »

Après cette lecture, M. **Flourens**, secrétaire perpétuel pour les sciences physiques, lit l'Éloge historique de M. de Candolle, un des huit associés étrangers de l'Académie.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 DÉCEMBRE 1842.

VICE-PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

L'Académie apprend avec douleur la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. DE MOREL-VINDÉ, membre de la Section d'Économie rurale (1), décédé le 19 décembre 1842.

---

(1) M. de Morel-Vindé, fidèle à ses habitudes de simplicité, avait demandé, par une disposition testamentaire, que son convoi eût lieu sans aucune pompe extérieure, et que les corps savants auxquels il appartenait ne fussent pas convoqués pour assister à ses obsèques. Nous croyons nous conformer à cette intention, que la famille a eu soin de rappeler dans la Lettre où elle annonce à l'Académie ce triste événement, en n'imprimant point dans le *Compte rendu* un discours que le vénérable M. *de Silvestre,* ignorant les désirs de son confrère et ancien ami, avait préparé pour le prononcer sur sa tombe. Cette Notice, que l'auteur a déposée sur le bureau, sera conservée dans les archives de l'Académie, et fournira à M. le Secrétaire perpétuel de précieux éléments pour l'éloge historique de l'académicien defunt.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Mémoire sur les dilatations, les condensations et les rotations produites par un changement de forme dans un système de points matériels; par* M. **AUGUSTIN CAUCHY.**

« Dans ce Mémoire, l'auteur a joint à la théorie des condensations et dilatations produites par un changement de forme dans un système de points matériels, la théorie des rotations que des axes menés par un point du système exécutent en se déformant; et il est ainsi parvenu à des propositions nouvelles dont plusieurs paraissent dignes de remarque. Parmi ces propositions, qui seront reproduites avec quelques détails dans un prochain article, nous nous bornerons aujourd'hui à citer celle qui se rapporte aux rotations exécutées par divers axes partant d'un même point et compris dans un même plan, autour d'un axe perpendiculaire à ce plan. Il est aisé de voir que la moyenne entre ces diverses rotations, ou ce qu'on peut appeler la *rotation moyenne* du système de points matériels autour du dernier axe, varie avec la position de cet axe. Or, si l'on représente la rotation moyenne du système, autour d'un axe aboutissant à un point donné, par une longueur mesurée sur l'axe à partir de ce même point, et si l'on nomme *rotation principale* du système la plus grande des valeurs de cette rotation moyenne correspondantes aux diverses positions que l'axe peut offrir, on pourra énoncer la proposition suivante :

» *Théorème.* Lorsqu'un système de points matériels éprouve un changement de forme infiniment petit, alors en chaque point, la rotation moyenne du système autour d'un axe quelconque se trouve représentée, en grandeur comme en direction, par la projection de la rotation principale sur cet axe.

» Si l'on prend successivement pour axe de rotation chacun de ceux qui, passant par le point donné, sont parallèles aux trois axes coordonnés, supposés rectangulaires entre eux, on obtiendra trois rotations moyennes représentées par les moitiés des fonctions différentielles renfermées entre parenthèses dans les seconds membres des équations (1) de la page 916. »

M. **DUPIN** fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de faire paraître sous le titre de *Progrès moraux de la population parisienne depuis l'établissement de la Caisse d'épargne.*

M. DE **JUSSIEU** fait également hommage du premier volume de ses *Élé-*

ments de Botanique. Cet ouvrage fait partie du « Cours élémentaire d'Histoire naturelle à l'usage des colléges et des maisons d'éducation, rédigé conformément au programme de l'Université du 14 septembre 1840, par MM. Milne Edwards, de Jussieu et Beudant. »

M. **Moreau de Jonnès** dépose sur le bureau un ouvrage qu'il vient de faire paraître et qui a pour titre : *Aperçus statistiques sur la vie civile et l'économie domestique des Romains au commencement du 4e siècle de notre ère.*

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — Rapport sur un Mémoire de M. le docteur **Poiseuille**, ayant pour titre : *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petits diamètres.*

(Commissaires, MM. Arago, Babinet, Piobert, Regnault rapporteur.)

« Les hydrauliciens ont cherché depuis longtemps à déterminer, par la voie directe de l'expérience, les conditions du mouvement de l'eau dans des tubes ; mais comme ils avaient principalement en vue l'application au mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite, leurs essais ont été faits sur des tubes de grand diamètre. Quelques-uns cependant ont fait des expériences sur des tubes de quelques millimètres seulement de diamètre ; il convient de citer, sous ce rapport, les recherches de Dubuat (1), de Gerstner (2), et de Girard (3).

» Ce dernier physicien a fait un grand nombre d'expériences sur l'écoulement de l'eau et de plusieurs autres liquides à travers des tubes de cuivre et de verre de diverses longueurs, maintenus dans une position horizontale, sous des charges variables de liquide, et il a comparé les résultats de ses expériences avec les nombres que l'on déduit d'une formule obtenue par le calcul.

---

(1) *Principes d'hydraulique*, tome II, page 1.
(2) *Annales de Gilbert*, tome V, 1800.
(3) Mouvement des fluides dans les tubes capillaires. *Mémoires de l'Institut*, 1813, 1814, 1815 et 1816.

» Les diamètres des tubes employés par Girard ont varié depuis $1^{mm},8$ jusqu'à $4^{mm},2$.

» M. le docteur Poiseuille a entrepris ses recherches sous un point de vue physiologique; il a cherché à déterminer expérimentalement les lois qui règlent le mouvement de l'eau distillée dans des tubes de verre dont les diamètres se rapprochent de ceux que nous présentent les vaisseaux capillaires à travers lesquels coulent les liquides de l'économie animale. Il a opéré sur des tubes de verre dont les diamètres ont varié de $0^{mm},40$ jusqu'à $0^{mm},02$ et sous des pressions beaucoup plus considérables que ne l'avaient fait ses devanciers.

» Lorsque l'eau s'écoule dans l'air par un tube de diamètre très-petit, elle ne coule pas à plein jet, même sous une pression considérable : l'affinité du liquide pour la matière du tube le fait adhérer contre la partie pleine de la section, il s'y accumule, forme une goutte qui grossit et finit par tomber. Il résulte de là une réaction en arrière, une pression à l'orifice, en sens contraire de l'écoulement qui est ainsi continuellement variable et n'arrive pas à l'état uniforme. C'est ce que M. Poiseuille a reconnu d'abord par des expériences directes, et il fait voir que, dans ce cas, les vitesses d'écoulement ne sont pas les mêmes dans deux expériences consécutives faites dans des circonstances identiques en apparence. L'uniformité ne se rétablit pas complétement quand on approche l'orifice du tube de la paroi d'une éprouvette, de manière à ce que le liquide qui s'écoule, mouille continuellement cette paroi.

» Un moyen d'obvier à cet inconvénient est de faire couler l'eau au milieu de l'eau elle-même; en d'autres termes, il faut que l'écoulement ait lieu à travers un tube capillaire qui établit la communication entre deux réservoirs à la surface desquels s'exercent des pressions différentes.

» Nous allons chercher à faire comprendre, en peu de mots, l'appareil employé par M. Poiseuille, et la manière de disposer les expériences.

» Un vase de verre M, sous forme de fuseau, communique, par sa partie supérieure, avec un tuyau en cuivre qui se rend à un renflement d'où naissent trois branches.

» La première de ces branches est en communication avec une pompe foulante; la seconde communique avec un manomètre à air libre. Ce manomètre est un *manomètre à eau* pour les faibles pressions, et un *manomètre à mercure* pour les pressions plus considérables. La troisième branche communique avec un réservoir d'air en cuivre de forte épaisseur, et ayant une

capacité de 60 litres environ; l'air refoulé dans ce réservoir, au moyen de la pompe foulante, exerce une pression sensiblement constante à la surface du liquide qui s'écoule.

» Le tube capillaire *ef*, à travers lequel se fait l'écoulement, est placé dans une direction horizontale: il est en communication avec le fuseau et, par suite, avec le réservoir à air comprimé, par l'intermédiaire d'un tube recourbé *abcde*; ce dernier tube est soudé sur la paroi latérale du fuseau. Cette disposition est indispensable: toutes les petites poussières qui nagent dans l'air et dont il est impossible, de se garantir entièrement, tendent à se rendre dans la pointe N du fuseau, de sorte que si le tube *abcde* était soudé en N, les poussières passeraient dans le tube capillaire et apporteraient nécessairement une perturbation dans l'écoulement, surtout quand celui-ci a lieu à travers un tube très-étroit.

» Le fuseau porte donc sur le côté en *a* une ouverture à laquelle on a soudé un tube *ab* recourbé à angle droit. Ce tube est lui-même soudé en *b* à une ampoule A placée entre deux tubes diamétralement opposés *bc* et *de*, de $\frac{3}{4}$ de millimètre de diamètre intérieur. Le tube *dc* est recourbé à angle droit et se termine par un renflement sphéroïde, auquel est soudé le tube capillaire *ef* à travers lequel on veut étudier l'écoulement. La soudure est faite de telle sorte que la cavité capillaire du tube se dilatant brusquement, est en rapport avec celle du renflement *c*. Cette disposition est indispensable pour pouvoir tenir compte de la longueur du tube capillaire; celle-ci serait difficile à déterminer, si le tube *ef*, d'un diamètre beaucoup plus petit que le tube *de*, se terminait en cône vers le point de sa soudure avec ce dernier.

» Deux traits de lime en *m* et *n* sur le tube vertical *abcd* servent de repères. Ils sont placés à une distance de 2 millimètres environ de l'ampoule. La capacité de l'ampoule et des petites portions du tube vertical a été déterminée préalablement avec le plus grand soin.

» Une lunette horizontale, munie d'un réticule, se meut le long d'une coulisse verticale, et sert à viser de loin vers les points de repère *m* et *n*.

» Le tube *ef*, ainsi que l'ampoule, se trouvent plongés dans un vase en verre plein d'eau; le niveau du liquide s'élève jusqu'à 1 millimètre au-dessous du trait *m*. Un thermomètre plonge dans ce liquide et donne sa température: pour rendre celle-ci plus constante, on a placé le vase en verre au milieu d'un baquet plein d'eau à la même température.

» Cela posé, pour faire l'expérience, on commence par remplir d'eau

distillée, filtrée plusieurs fois, la petite ampoule et le tube qui la surmonte. A cet effet, on adapte le fuseau à une pompe aspirante, on plonge le tube capillaire dans un flacon renfermant l'eau distillée. En faisant jouer la pompe, l'eau est aspirée dans l'ampoule; lorsque celle-ci est remplie jusque vers a, on dévisse le fuseau et on le met en place dans l'appareil pour faire l'expérience de l'écoulement. Au moyen d'une pompe foulante, on a préalablement comprimé de l'air dans le réservoir jusqu'à la pression sous laquelle on veut opérer. En ouvrant un robinet, la pression de l'air du réservoir s'exerce sur le liquide, et l'écoulement commence.

» La lunette horizontale est dirigée sur le premier trait de repère m: au moment où le niveau du liquide passe à ce repère, on fait partir un compteur à secondes, et l'on dirige la lunette sur le second trait de repère. L'observateur note maintenant la température de l'eau et la pression indiquée par le manomètre.

» Lorsque l'ampoule est sur le point de se vider, l'observateur se met à la lunette, et, au moment où le niveau du liquide passe au second repère, il arrête le compteur. Il note le nombre de secondes écoulées, et il prend de nouveau la mesure de la pression. Celle-ci a varié quelquefois d'une très-petite quantité pendant la durée de l'expérience; on adopte pour le calcul la moyenne entre les deux observations.

» Les tubes capillaires étaient choisis aussi cylindriques que possible parmi un très-grand nombre de tubes à thermomètre en cristal. Leur diamètre était mesuré à la chambre claire, au microscope, sur une section du tube convenablement préparée. On mesurait ce diamètre en un grand nombre de points, et l'on s'assurait ainsi si la section du vide intérieur du tube était circulaire ou elliptique. On ne conservait que les tubes dont la section était à très-peu près circulaire, et l'on prenait pour diamètre du tube la moyenne géométrique entre les deux valeurs trouvées sur deux directions rectangulaires.

» M. Poiseuille a exposé les résultats de ses expériences dans quatre chapitres distincts.

» Dans le premier, il s'occupe à déterminer l'influence de la pression sur la quantité de liquide qui traverse dans le même temps des tubes de très-petit diamètre. A cet effet, il détermine le temps que met à se vider la même ampoule munie du même tube capillaire, lorsque le liquide intérieur est soumis à des pressions différentes. Ces pressions étaient déterminées au moyen d'un manomètre à eau lorsqu'elles étaient inférieures à celle qui aurait été produite par une colonne de mercure de 150 millimètres. Les pres-

sions plus considérables, s'étendant jusqu'à une atmosphère, étaient mesurées sur un manomètre à mercure. Enfin quelques expériences ont pu être faites sous des pressions beaucoup plus considérables qui se sont élevées jusqu'à 8 atmosphères, au moyen d'un manomètre à mercure, à air libre, appartenant à M. Collardeau.

» M. Poiseuille a reconnu ainsi que, pour le même tube, les quantités d'eau écoulées dans le même temps étaient proportionnelles aux pressions.

» Il s'agissait de savoir si cette loi était générale et se présentait sur les tubes étroits, quels que fussent leurs diamètres et leurs longueurs.

» Pour déterminer l'influence de la longueur, M. Poiseuille détachait successivement des portions du tube qui avait servi à la première série d'expériences, et il entreprenait une nouvelle série d'expériences sur le tube raccourci. Il a reconnu qu'il existait pour chaque tube une limite de longueur au-dessous de laquelle la loi des pressions n'avait plus lieu : la valeur de cette limite est variable suivant le diamètre du tube.

» Les résultats des expériences de M. Poiseuille s'accordent d'une manière parfaite avec les nombres calculés d'après la loi : on peut en juger par les tableaux suivants, qui sont extraits de son Mémoire.

Longueur du tube... $75^{mm},8$; Diamètre moyen... $0^{mm},142$.

Pressions en mercure.	Temps employés.	Temps calculés.
mm		
51,068	20085″	19835″,0
97,764	10361	admis
147,832	6851	6851,9
193,632	5233	5231,2
387,675	2612,5	2612,8
738,715	1372,5	1371,2
774,676	1308	1307,6

Longueur du tube... $75^{mm},05$; Diamètre moyen... $0^{mm},113$.

mm		
55,286	21430″	21399″,2
97,922	12079	12081,8
148,275	7981,5	7978,9
193,947	6100	admis
387,695	3052	3051,6
739,467	1600	1599,9
774,891	1526,5	1526,7

Longueur du tube... $50^{mm},225$; Diamètre moyen... $0^{mm},043$.

mm		
54,785	35460″	
55,796	34798	34817″,5
99,508	19517	19522,8
149,219	13021	13018,9
192,907	10071	10070,5
386,555	5025	5025,6
774,617	2506	2507,9

Longueur du tube.... $2^{mm},10$; Diamètre.... $0^{mm},029$.

mm		
24,301	5651″	5645″,3
49,994	2751	admis
96,123	1426	1427,2
148,307	925	925,0
193,357	707	709,5
386,852	354	354,6
773,223	178	177,4

Longueur du tube... 364 millim. ; Diamètre... $0^{mm},1316$.

mm		
54,987	8590″	8598″,2
210,129	2250	admis
419,645	1125,7	1126,6
835,565	565	565,8
1576,000	286	admis
2338,376	197,5	202,1
3095,540	154	152,7
3856,939	123	122,8
4616,534	106,25	102,4
5376,534	88,25	87,9
6136,534	77,50	77,0

» Nous avons dit que la loi des pressions n'existait plus au-dessous d'une certaine longueur du tube, qui est variable suivant son diamètre. Un tube de $0^{mm},029$ de diamètre a satisfait à la loi, lors même qu'il n'avait que $2^{mm},10$ de longueur ; tandis qu'un tube de $0^{mm},65$, qui avait montré la loi des pressions pour une longueur de 384 millimètres, ne l'a plus présentée quand il a été réduit à une longueur de 200 millimètres.

» Lorsque la longueur du tube se trouve au-dessous de la limite, la vitesse de l'écoulement augmente plus rapidement que la pression.

» Dans le second chapitre de son Mémoire, M. Poiseuille étudie l'influence de la longueur du tube.

» Cette détermination présente une difficulté particulière, qui tient à ce que les tubes n'étant jamais parfaitement cylindriques, lorsqu'on les raccourcit, on ne change pas seulement leur longueur, mais on change aussi, d'une manière sensible, leur diamètre à l'orifice de sortie. M. Poiseuille a eu soin de déterminer à la chambre claire adaptée au microscope d'Amici, les diamètres des tubes à chaque nouvelle section, et il a pu ainsi faire la petite correction due à la variation du diamètre, en admettant la loi suivant laquelle varie l'écoulement du liquide avec le diamètre du tube, loi que nous énoncerons tout à l'heure.

» Les expériences montrent que *les temps employés pour l'écoulement d'une même quantité de liquide, à la même température, sous la même pression et à travers des tubes de même diamètre, sont proportionnels à la longueur des tubes.*

» Cette loi, de même que la loi des pressions, ne commence à se manifester qu'à partir d'une certaine longueur, qui paraît être la même pour les deux lois.

» Le chapitre III est consacré à l'étude de l'influence du diamètre sur la quantité de liquide qui s'écoule par les tubes très-étroits.

» S'il est rare de trouver des tubes parfaitement cylindriques, il ne l'est pas moins d'en rencontrer dont les sections soient parfaitement circulaires : en général celles-ci sont ovales. On a choisi les tubes dont les sections s'approchaient le plus d'être circulaires, et l'on a déterminé à la chambre claire les longueurs des diamètres maximum et minimum. La moyenne géométrique de ces deux déterminations a été prise pour le diamètre de la section supposée circulaire.

» Toutes les expériences ont été faites sur des tubes ayant des longueurs assez grandes pour que les deux premières lois se trouvent satisfaites; par conséquent elles ont été exécutées sur des tubes de longueurs très-diverses. Mais, en partant de la loi des longueurs établie par les expériences du second chapitre, on calculait les produits de l'écoulement pour avoir une même longueur des tubes, celle de 25 millimètres.

» La pression constante adoptée est celle de 775 millimètres de mercure, et la température de 10 degrés.

» M. Poiseuille déduit de ses expériences cette loi :

» *Les produits de l'écoulement, toutes choses égales d'ailleurs, sont entre eux comme les quatrièmes puissances des diamètres.*

» On peut voir, par le tableau suivant, extrait du Mémoire de M. Poiseuille, jusqu'à quel point les résultats de l'expérience satisfont à cette loi.

Noms des tubes.	Diamètres moyens.	Produits en millimètres cubes écoulés en 500″.
	mm.	mil. cub.
M	0,013949	1,4648
E	0,029380	28,8260
D	0,043738	141,5002
C	0,085492	2067,3912
B	0,113400	6398,2933
A	0,141600	15532,8451
F	0,652170	6995870,2463

» Si l'on compare ces produits deux à deux, on voit qu'ils suivent très-exactement la loi énoncée. Si nous comparons en effet le produit du tube M au produit du tube E, nous avons :

$$(0,02938)^4 : (0,013949)^4 :: 28,826 : x = 1,4650 \text{ au lieu de } 1,4648.$$

De même le produit de	E	comparé à	D	est	28,808	au lieu de	28,826
....	D	......	C	...	141,63	....	141,500
....	C	......	B	...	2066,93	....	2067,391
....	B	......	A	...	6389,24	....	6398,293
....	A	......	F	...	15547,10	....	15532,865

» On obtient des résultats aussi satisfaisants en comparant les produits dans un autre ordre.

» Il est facile maintenant d'établir une formule qui donne le produit de l'écoulement dans l'unité de temps, de l'eau prise à la même température, à travers des tubes capillaires de diamètres et de longueurs différentes, et sous des pressions diverses, la longueur du tube se trouvant toutefois au delà de la limite au-dessous de laquelle les lois précédentes cessent d'avoir lieu. Soient Q le produit de l'écoulement, H la pression en millimètres de mercure à 0°, D le diamètre du tube et L sa longueur, on a évidemment, d'après ce qui précède,

$$Q = k \frac{HD^4}{L},$$

k étant un coefficient constant, dépendant de la température.

» La valeur de ce coefficient pour la température de 10° peut être déterminée au moyen des données du tableau précédent.

» La formule $k = \frac{QL}{HD^4}$ donne alors :

Pour le tube M.......	$k =$	2495,5
E		2496,0
D...........		2494,4
C...........		2496,8
B...........		2496,2
A...........		2492,7
F...........		2495,0
Moyenne..	$=$	2495,22

» Ainsi l'on a pour la température de 10° et pour une seconde de temps :

$$Q = 2495,22 \frac{HD^4}{L}.$$

H est ici la pression exprimée en colonne de mercure; si l'on veut exprimer la pression en colonne d'eau H′, on a

$$H' = 13,577.H, \text{ d'où } H = \frac{H'}{13,577},$$

$$Q = 2495,22 \frac{\frac{H'}{13,577}.D^4}{L} = 183,783 \frac{H'D^4}{L}.$$

Si V désigne la vitesse moyenne de l'eau dans le tube, on a

$$Q = \frac{\pi D^2}{4}.V, \text{ ou } \frac{\pi D^2}{4} V = k \frac{HD^4}{L},$$

d'où

$$V = \frac{4k}{\pi} . \frac{HD^2}{L}.$$

» Les résultats des expériences de Dubuat, de Gerstner et de Girard ne s'accordent pas avec cette formule; mais il faut remarquer que leurs expériences ont été faites sur des tubes de diamètres beaucoup plus grands que ceux sur lesquels a opéré M. Poiseuille, et que leurs longueurs sont évidemment au-dessous de la limite à partir de laquelle les lois observées par M. Poiseuille se manifestent.

» La valeur de k change rapidement avec la température; M. Poiseuille a cherché à l'exprimer par une formule empirique dont les coefficients ont été déterminés par une série d'expériences faites à des températures successivement croissantes de 5 en 5 degrés, depuis la température de la glace fondante jusqu'à 45 degrés. Il suffisait pour cela de maintenir à des températures différentes l'eau du vase dans lequel se fait l'écoulement, et dans lequel se trouve en même temps plongée l'ampoule.

» Pour s'assurer si la même formule pouvait convenir à des tubes capillaires très-différents, M. Poiseuille a fait ses expériences sur quatre tubes de diamètres de plus en plus petits, savoir :

Tube A de.....	$0^{mm},142$	de diamètre
C........	$0^{mm},085$	...
D.......	$0^{mm},046$	...
E........	$0^{mm},029$	...

» L'écoulement a eu lieu constamment sous une pression de 776 millimètres de mercure. Les diamètres des tubes ont été corrigés de la dilatation qu'ils éprouvaient par la chaleur.

» M. Poiseuille a reconnu que les mêmes coefficients convenaient pour ces quatre tubes, et par conséquent qu'entre les limites de diamètres sur lesquels il a opéré on peut admettre la même formule de correction.

» M. Girard avait trouvé dans ses expériences que la formule empirique dépendant de la température variait avec le diamètre du tube; mais nous avons déjà dit que ses expériences ont été faites constamment sur des longueurs de tubes plus petites que celles auxquelles s'appliquent les lois reconnues par M. Poiseuille.

» La formule définitive pour l'écoulement de l'eau dans les tubes de très-petits diamètres devient

$$Q = 1836{,}724\left(1 + 0{,}0336793\,T + 0{,}0002209936\,T^2\right)\frac{HD^4}{L},$$

T représentant la température en degrés centigrades, et la hauteur H étant représentée en mercure.

» Cette formule montre que la vitesse d'écoulement de l'eau augmente rapidement avec la température; ainsi à 45 degrés centigrades cette vitesse est deux fois et demie plus grande qu'à 5 degrés.

» M. Girard avait déjà cherché, sur la demande de M. Arago, à s'assurer si à la température de 4 degrés, à laquelle l'eau atteint son maximum de densité, il ne se présentait pas un point singulier sur la courbe qui représente les variations de la vitesse d'écoulement en fonction de la température, et il avait reconnu que cette circonstance paraissait sans influence sur le phénomène, que la courbe continuait à s'abaisser régulièrement sans paraître influencée par le changement de sens de la marche de la densité.

» M. Poiseuille a constaté ce résultat par de nouvelles expériences; de

sorte que l'on peut admettre maintenant comme un fait parfaitement démontré que si la densité du liquide exerce une influence sur la vitesse de l'écoulement des liquides à travers les tubes de petit diamètre, cette influence est très-faible, et qu'on ne peut pas lui attribuer les grandes variations que subit cette vitesse avec la température.

» M. Poiseuille a entrepris sous le même point de vue des expériences intéressantes sur les vitesses d'écoulement à travers des tubes capillaires, des liquides formés par le mélange en proportions variables de l'alcool et de l'eau distillée.

» Les expériences de M. Girard, faites sur un tube de verre de 939 millimètres de longueur et de 1mm,767 de diamètre, avaient montré que l'alcool coule environ trois fois moins vite que l'eau distillée; que les mélanges d'alcool et d'eau, dans les rapports de 1 à 2 et de 1 à 3 en volume, présentent un écoulement plus rapide que l'alcool; enfin, que la vitesse est d'autant plus grande que la quantité d'eau ajoutée à l'alcool est plus considérable.

» M. Poiseuille est arrivé à des résultats un peu différents. Mais cela s'explique facilement, parce qu'il a opéré sur des tubes de diamètre beaucoup plus petits, et qu'il a pris pour point de départ l'alcool à peu près absolu ayant pour densité 0,8001 à 10° centigrades; tandis que l'alcool qui a servi à M. Girard était déjà hydraté, puisqu'il marquait 30 degrés à l'aréomètre.

» Nous donnons dans le tableau suivant les résultats numériques de M. Poiseuille. En portant sur la ligne des abscisses des longueurs proportionnelles aux quantités d'eau qui entrent dans le mélange et sur les ordonnées correspondantes des longueurs proportionnelles aux temps de l'écoulement, on obtient une courbe qui représente immédiatement à l'œil la loi du phénomène.

» On voit que l'alcool à peu près absolu présente la même vitesse d'écoulement que le mélange de 1276,5 d'eau avec 73,51 d'alcool. La courbe présente un maximum correspondant au mélange de 73,51 d'alcool avec 176,49 d'eau.

» Comme la densité du mélange d'alcool et d'eau augmente avec la quantité d'eau ajoutée, on voit immédiatement que le changement de densité n'exerce pas une influence de premier ordre sur la vitesse de l'écoulement. On peut dire la même chose de la capillarité, qui, d'après les expériences de M. Poiseuille, va en augmentant d'une manière continue avec la quantité d'eau entrant dans le mélange.

» Le minimum de vitesse d'écoulement se rencontre dans le mélange pour lequel Rudberg avait déjà reconnu le maximum de contraction.

» La formule donnée par M. Poiseuille pour l'écoulement de l'eau dans les tubes de petit diamètre est établie sur une série d'expériences directes; la seule manière d'en apprécier la valeur était évidemment de faire de nouvelles expériences avec des tubes, différents de ceux employés par l'auteur, et d'en comparer les résultats avec les nombres déduits de la formule. C'est dans cette vue que vos commissaires ont fait eux-mêmes, en présence de M. Poiseuille et au moyen de son appareil, les expériences dont nous allons donner les résultats. Ces expériences ont paru devoir être plus multipliées et plus étendues, à cause de l'accord surprenant qui se rencontre dans les nombres obtenus expérimentalement et ceux déduits des lois trouvées par M. Poiseuille.

Expériences pour vérifier la loi des pressions.

» Trois séries d'expériences ont été faites : dans les deux premières (tableau n° I), on s'est servi du manometre à eau; pour la troisième série on a employé, dans les trois premières expériences, un manomètre à mercure ordinaire, et pour les cinq suivantes, on a fait usage d'un manomètre à mercure à air libre de M. Collardeau, qui a été préalablement vérifié avec soin.

Tableau I.

Tube γ', longueur 69^{mm} environ, diamètre de $0^{mm},20$ à $0^{mm},19$?

ÉPOQUES des expériences.	PRESSIONS en eau distillée.	TEMPÉRATURE de l'écoulement.	TEMPS de l'écoulement.	TEMPS CALCULÉS, en supposant l'écoulement à la même température, et partant de la 1re expérience.
12 septembre	1280,2	17°,6 faible	958″	
Id.	1273,65	17,6 fort	960 45‴	962″,9
13 septembre	1232,25	17,5	997 30	995,27
Id.	1758,00	17,5	701 30	697,63

Tableau II.

Tube V, longueur $108^{mm},24$, diamètre $\begin{cases} D = 0,277, \\ d = 0,234, \end{cases}$ $\begin{cases} D = 0,272, \\ d = 0,232. \end{cases}$ (mm.)

La température à laquelle s'est fait l'écoulement est de 14°,75

ÉPOQUES des expériences.	PRESSIONS en eau distillée.	TEMPS DE L'ÉCOULEMENT donnés par les expériences.	TEMPS CALCULÉS en partant de la 1^re expérience.
	mm.		
27 septembre. 4°.....	522,10	1784″ 15‴	1785″,9
Id. 3°.....	1040,80	895 0	896,2
26 septembre. 2°.....	1472,45	633 0	633,4
Id. 1°.....	2002,75	465 45	»

Tableau III.

Tube U, longueur $107^{mm},9$, diamètre $\begin{cases} D = 0,1400, \\ d = 0,1384. \end{cases}$ $\begin{cases} D = 0,133, \\ d = 0,132. \end{cases}$ (mm.)

La température à laquelle se fait l'écoulement est 14°,75.

ÉPOQUES des expériences.	PRESSIONS en mercure.	TEMPS DE L'ÉCOULEMENT donnés par les expériences.	TEMPS CALCULÉS en admettant la loi des pressions et partant de la 1^re expérience.
	mm.		
3 octobre. 3°.......	146,22	5664″	
Id. 2°.......	573,63	1445 45‴	1443″,8
Id. 1°... ...	773,85	1069	1070,2
2 novembre. 5°......	740,80	1121	1118
Id. 4°.......	1515,18	546 15	546,59
Id. 3°.......	2273,08	365 30	364,34
Id. 2°.......	3049,45	273 30	271,58
Id. 1°.......	3513,54	237	235,71

» Les deux dernières colonnes renferment : la première les temps observés de l'écoulement, la seconde les temps calculés d'après la loi de M. Poiseuille, savoir : que les temps de l'écoulement d'une même quantité de liquide par le même tube capillaire sont en raison inverse de la pression sous laquelle l'écoulement a lieu. L'accord parfait des nombres inscrits dans ces colonnes ne peut laisser aucun doute sur l'exactitude de la loi.

» L'ampoule renfermant le liquide doit augmenter sa capacité sous une forte pression ; nous avons voulu nous assurer si cette augmentation pouvait occasionner des différences sensibles : à cet effet, l'ampoule étant pleine de liquide jusque près de l'extrémité du tube capillaire, on a fermé celle-ci à la lampe. Un globule de mercure se trouvait au milieu de l'eau dans le tube vertical qui surmontait l'ampoule; les pressions étaient mesurées sur le manomètre à mercure de M. Collardeau.

» On a eu ainsi :

Pour une augmentation de pression	Augmentation appparente de capacité en millimètres cubes.
de 1 atmosphère	0,688
2 atmosphères	1,376
3 ...	2,064
4 ...	3,096
5 ...	3,784
6 ...	4,644
7 ...	5,160
8 ...	5,848
9 ...	6,536

» La capacité totale de l'ampoule était de 6$^{c.c.}$; on a négligé dans le tableau précédent la compression de l'eau.

» Le changement de capacité de l'ampoule par suite de la pression est donc trop petit pour qu'on ait besoin d'y avoir égard. On n'a pas cru nécessaire de corriger les résultats dans les tableaux qui ont été inscrits plus haut.

Expériences pour vérifier la loi des longueurs.

» Nous avons opéré sur un même tube qui a été successivement raccourci : les diamètres des bouts de tube enlevés ont été mesurés chaque fois à la chambre claire adaptée au microscope; leurs valeurs sont inscrites dans le tableau.

» On a opéré autant que possible sous la même pression; cependant comme cette condition était difficile à remplir d'une manière absolue, on n'y a satisfait qu'à peu près, et l'on a déterminé par le calcul, en admettant la loi des pressions précédemment vérifiée, la correction à apporter pour ramener l'expérience au cas où la pression aurait été rigoureusement la même dans toutes les expériences.

Pression 1472^{mm},45 d'eau distillée; température 14°,75.

NUMÉROS des expériences.	NOMS des tubes.	LONGUEURS.	DIAMÈTRES aux deux extrémités.		TEMPS de l'écoulement à la même pression. 1472^{mm},45.
		mm.		mm.	
2°	V	108,24	Extrémité libre. .	D = 0,272 d = 0,232	633″
			Extrémité opposée.	D = 0,277 d = 0,234	
5°	V′	84,52	Extrémité libre. . .	D = 0,2728 d = 0,2320	492,3
			Extrémité opposée.	D = 0,277 d = 0,234	
6°	V″	54	Extrémité libre. . .	D = 0,276 d = 0,233	314,3
			Extrémité opposée.	D = 0,277 d = 0,234	
7°	V‴	9	Aux 2 extrémités. .	D = 0,277 d = 0,234	71,5

Le temps de 5° comparé à 2° est 494″,28 au lieu de 492″3,
Le temps de 6° comparé à 5° est 314″,53 } au lieu de 314″,3,
Le temps de 6° comparé à 2° est 315″,80 }
Le temps de 7° comparé à 2° est 52″,63 au lieu de 71,5 (*).

(*) Mais, pour la longueur de 9 millimètres, eu égard au diamètre du tube, la loi des pressions, comme celle des longueurs, n'a plus lieu.

» On voit que dans les trois premières expériences, les temps employés pour l'écoulement sont proportionnels aux longueurs des tubes, il n'en est pas de même pour la quatrième expérience; mais, dans celle-ci, le tube n'avait plus que 9 millimètres de longueur, il se trouvait au dessous de la limite à partir de laquelle les lois trouvées par M. Poiseuille s'appliquent.

Expériences pour vérifier la loi des diamètres.

» Vos Commissaires ont opéré sur des tubes à très-peu près de même longueur, sous des pressions très-peu différentes; et par le calcul, en admettant les lois des pressions et des longueurs vérifiées précédemment, ils ont déterminé les temps d'écoulement qui auraient eu lieu, si la longueur des tubes et la pression sous laquelle s'effectue l'écoulement avaient été rigoureusement les mêmes.

» Les tubes capillaires étaient soudés à la même ampoule, afin de ne pas avoir à tenir compte de la variation du volume du liquide écoulé.

» Nous n'avons fait que deux expériences pour vérifier la loi des diamètres, mais en choisissant des tubes de diamètres très-différents.

Diamètres.

» Expérience du 3 octobre, 3e

Tube U; $P = 1984^{mm},75$, $T = 14^{\circ},7$; temps de l'écoulement $5664''$;

$l = 107^{mm},9$. Extrémité libre. $\begin{cases} D = 0^{mm},133 \\ d = 0^{mm},132 \end{cases}$; extrémité opposée. $\begin{cases} D = 0^{mm},1400 \\ d = 0^{mm},1384 \end{cases}$.

$$\text{Diamètres moyens,}\quad D_2 = \frac{\sqrt{0,133 \times 0,132} + \sqrt{0,14 \times 0,1384}}{2} = 0^{mm},135848.$$

» Expérience du 26 septembre, 1°. même ampoule que le tube précédent U.

Tube V; $P = 2002^{mm},75$; $T = 14^{\circ},7$; temps de l'écoulement $465'',75$;

$l = 108^{mm},24$. Extrémité libre. $\begin{cases} D = 0^{mm},272 \\ d = 0^{mm},232 \end{cases}$; extrémité opposée. $\begin{cases} D = 0^{mm},277 \\ d = 0^{mm},234 \end{cases}$.

$$\text{Diamètres moyens,}\quad D'_2 = \frac{\sqrt{0,272 \times 0,232} + \sqrt{0,277 \times 0,234}}{2} = 0^{mm},252899.$$

» On détermine, en s'appuyant sur la loi des pressions et sur celle des longueurs, le temps exigé par le tube V, correspondant à la pression $1984^{mm},75$ et à la longueur $107^{mm},9$ du tube U; ce temps est $468'',50$.

» Ainsi, sous la même pression, à la même température et pour une même longueur de tube, la même quantité de liquide, par le tube U de diamètre

$D_2 = 0^{mm},135848$, s'écoule en 5664″; et par le tube V de diamètre $D'_2 = 0^{mm},252899$ en 468″,50.

» Si, en effet, les produits, toutes choses égales d'ailleurs, sont en raison directe des quatrièmes puissances des diamètres, pour la même quantité de liquide écoulé par les tubes U et V, les temps doivent être en raison inverse des quatrièmes puissances de leurs diamètres.

» Cherchons, d'après cette hypothèse, le temps correspondant au tube V comparé à U; on aura

$$D_2^4 : D_2'^4 :: x : 5664'';$$

il vient $x = 471'',57$ lorsque l'expérience donne 468″,50.

Expériences pour vérifier la formule empirique qui donne la variation de la vitesse de l'écoulement en fonction de la température.

» Quatre expériences ont été faites dans cette vue; nous en donnons ici les résultats :

Sur les températures.

Tube V_2; $l = 73^{mm}$, $\begin{cases} D = 0,27 \\ d = 0,23 \end{cases}$ mm. environ; V capacité de l'ampoule à 10°.

NUMÉROS des expériences.	TEMPÉRATURES.	TEMPS QU'EXIGE L'AMPOULE à se vider, sous la même pression de 1320mm,5 d'eau.	POIDS DU LIQUIDE ÉCOULÉ EN 300″, sous le même diamètre, en ayant égard au changement de volume de l'ampoule aux diverses températures.
2	2°,57	610″,15	$V^{gr} \times 0,491704$
1	10,20	484,13	$V^{gr} \times 0,619526$
3	18,14	393,19	$V^{gr} \times 0,762010$
4	26,55	322,00	$V^{gr} \times 0,928726$

		Produits.
4°. P = 1320m,5	temps = 322″	2°. 0,491704
3°. P = 1320m,5	temps = 393″,19	1°. 0,6195267
1°. P = 1320m,5	temps = 484″,13	3°. 0,762010
2°. P = 1320m,5	temps = 610″,15	4°. 0,928726

158..

$T = 2^\circ{,}57.\quad 1 + 0{,}0336793 \times 2^\circ{,}57 + 0{,}0002209936 \times (2^\circ{,}57)^2 = 1{,}0880154$
$T = 10^\circ{,}2.\quad 1 + 0{,}0336793 \times 10^\circ{,}2 + 0{,}0002209936 \times (10^\circ{,}2)^2 = 1{,}3665282$
$T = 18^\circ{,}14.\quad 1 + 0{,}0336793 \times 18^\circ{,}14 + 0{,}0002209936 \times (18^\circ{,}14)^2 = 1{,}6836624$
$T = 26^\circ{,}55.\quad 1 + 0{,}0336793 \times 26^\circ{,}55 + 0{,}0002209936 \times (26^\circ{,}55)^2 = 2{,}0499593$

» Les rapports entre les quantités du liquide écoulées en 300″, sous la même pression, sont :

	D'après l'expérience.	Calculé par la formule de M. Poiseuille.
Entre 4° et 3°	$\frac{0{,}928726}{0{,}762010} = 1{,}2187$	1,2176,
Entre 4° et 2°	$\frac{0{,}928726}{0{,}491704} = 1{,}88879$	1,8841,
Entre 3° et 1°	$\frac{0{,}762010}{0{,}619526} = 1{,}22998$	1,23207,
Entre 1° et 2°	$\frac{0{,}619526}{0{,}491704} = 1{,}2599$	1,2550.

» On voit que la formule empirique a représenté les résultats de l'observation aussi bien qu'on peut le désirer.

» Ainsi, en résumé, les expériences faites par vos Commissaires ont confirmé d'une manière complète les lois trouvées par M. Poiseuille sur l'écoulement de l'eau dans les tubes de très-petits diamètres.

» Il convient de dire que la loi des pressions avait été déjà obtenue par Dubuat et Girard sur des tubes de diamètre plus considérable, mais elle n'était vérifiée que pour de très-faibles variations de pression. Ainsi, dans les expériences de Girard, qui doivent être regardées comme les plus précises, les pressions n'ont varié que depuis la pression de 5 centimètres d'eau jusqu'à celle de 35 centimètres. Dans les expériences de M. Poiseuille les pressions ont varié depuis celle produite par une colonne d'eau de 35 centimètres jusqu'à la pression qui serait produite par une colonne d'eau de 240 mètres de hauteur et la loi peut être regardée comme vérifiée entre ces limites si étendues.

» Comparons maintenant la formule trouvée expérimentalement par M. Poiseuille à celle que fournit la théorie pour l'écoulement des liquides à travers des tubes très-étroits, en admettant le transport parallèle des tranches.

» L'expression du moment de la force accélératrice qui produit le mouvement du liquide dans le tuyau horizontal est

$$g\frac{H}{-}\cdot\frac{\pi D^2}{4}\cdot L.$$

» La force retardatrice qui amène le mouvement à l'uniformité est proportionnelle à la surface πDL de la paroi du tube; elle est de plus une certaine fonction de la vitesse. Les hydrauliciens admettent avec Coulomb que cette fonction peut être représentée par une expression

$$AV + BV^2;$$

A et B étant des coefficients constants, mais indéterminés, qui sont fixés par des expériences directes. La force retardatrice devient alors

$$\pi DL\,(AV + BV^2).$$

» Lorsque l'écoulement est devenu uniforme, il y a nécessairement égalité entre les forces accélératrice et rétardatrice. On a donc

$$g\,\frac{H}{L}\cdot\frac{\pi D^2}{4} = \pi(AV + BV^2),$$

ou

$$\frac{gH}{L}\,\frac{D}{4} = AV + BV^2.$$

» M. Girard a déjà remarqué qu'au delà d'une certaine longueur du tube par rapport à son diamètre, le terme $\frac{gHD}{LV}$ devient constant, ce qui exige que l'on ait $B = o$. La formule se réduit alors à

$$V = \frac{g}{4A}\cdot\frac{HD}{L}.$$

» Cette formule ne diffère de celle obtenue par M. Poiseuille qu'en ce que D y est remplacé par D^2; mais il convient de remarquer que dans l'établissement théorique de la formule, on a supposé que dans une même section du filet liquide tous les points ont la même vitesse. Cela n'a évidemment pas lieu dans la réalité : la vitesse des molécules est plus grande dans l'axe que vers les parois du tube, et au contact de la paroi la vitesse est peut-être nulle ou au moins très-petite. La vitesse déduite de la quantité de liquide écoulée dans un certain temps est donc seulement une vitesse moyenne qui est probablement une fonction variable du diamètre réel du tube.

» Dans l'espoir d'obtenir quelques données plus précises sur cet objet,

vos Commissaires ont engagé M. Poiseuille à faire des expériences sur l'écoulement à travers des tubes de diamètres différents d'un liquide très-fluide tel que l'éther, et d'autres expériences sur le mercure qui, comme on sait, ne mouille pas le verre. L'éther lui a présenté dans son écoulement les mêmes lois que l'eau distillée. La vitesse de l'écoulement a été reconnue proportionnelle à la pression, et, dans deux expériences faites sur des tubes de diamètres différents, les vitesses d'écoulement ont été exactement proportionnelles aux carrés des diamètres.

» Mais le mercure a présenté des résultats différents: la vitesse de l'écoulement s'approche beaucoup, d'après quelques expériences de M. Poiseuille, d'être proportionnelle à la première puissance des diamètres. L'accord que l'on remarque ici avec la loi théorique s'explique facilement: le mercure ne mouillant pas les parois du tube, doit présenter des variations moins grandes de vitesse dans ses divers filets, et par conséquent se rapprocher davantage des conditions qui ont été admises dans l'établissement de la formule théorique.

» Mais nous nous hâtons de dire que les expériences exécutées jusqu'ici par M. Poiseuille sur l'écoulement du mercure ne sont pas assez nombreuses, ni faites dans des conditions assez satisfaisantes pour que les résultats puissent être admis avec confiance. Vos Commissaires ont cru devoir engager l'auteur à continuer ses recherches sur cet objet.

» En résumé, le Mémoire de M. Poiseuille renferme un grand nombre d'expériences exécutées avec soin et par tous les moyens de précision que l'on peut employer dans l'état actuel de la science. Ces expériences établissent, pour l'écoulement des liquides dans les tubes de petits diamètres, des lois dont plusieurs, il est vrai, avaient déjà été obtenues par le calcul, mais qui n'avaient pas encore reçu jusqu'ici la sanction de l'expérience, entre des limites suffisamment étendues.

» En conséquence, la Commission a l'honneur de proposer à l'Académie de donner son approbation au travail de M. Poiseuille et d'ordonner que son Mémoire soit inséré parmi ceux des *Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à la nomination d'une Commission de neuf membres qui sera chargée de l'examen des pièces adressées

au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, année 1842.

MM. Breschet, Serres, Duméril, Magendie, Roux, de Blainville, Pariset, Flourens et Dumas réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Observations sur une nouvelle espèce du genre* Drilus; *par* M. LUCAS. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Duméril, Is. Geoffroy-Saint-Hilaire, Milne Edwards.)

« Pendant le séjour que je fis en Afrique, dans les années 1840, 1841 et 1842, comme membre de la Commission scientifique de l'Algérie, spécialement chargé d'étudier l'entomologie de nos possessions françaises dans le Nord de cette grande presqu'île, j'ai été souvent à même de vérifier quelques faits intéressants sur l'organisation et surtout sur les mœurs des animaux articulés. Le travail que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie est le résultat d'observations faites sur une nouvelle espèce du genre des *Drilus*, que j'ai suivie dans ses différentes métamorphoses et dont les manières de vivre de la larve diffèrent beaucoup de celle d'une autre espèce appelée *Drilus flavescens*, Olivier. Cette espèce, qui se nourrit de la chair de l'*Helix nemoralis*, coquille dans laquelle elle subit ensuite toutes ses métamorphoses, a été l'objet de trois Mémoires fort intéressants, dont le premier est dû à M. Mielzinski, le deuxième à M. Desmarest, et enfin le troisième à M. Audouin. Celle du Nord de l'Afrique, et que j'ai appelée *Drilus mauritanicus*, fait sa nourriture de l'animal des *Cyclostoma Wobzianum*, et voici comment j'ai rencontré la larve de cette espèce intéressante: dans les derniers temps de mon séjour en Afrique, ayant été envoyé dans l'ouest, je m'arrêtai à Oran et me mis à explorer les environs de cette ville. Parmi les diverses excursions que je fis dans les lieux accidentés qui se trouvent à l'ouest d'Oran, particulièrement sur le versant est du Djebel Santa-Cruz, je rencontrai souvent, en soulevant les pierres, des *Cyclostoma Wobzianum* dont les coquilles, encore parées des couleurs de la vie, étaient privées de leur animal, et cependant possédaient leur opercule encore adhérent à leur bouche. Je ne sus d'abord à quoi attribuer cette mortalité parmi les *Cyclostoma*, et, désirant m'expliquer ce fait, j'en ramassai un grand nombre de vivants et de morts, et les plaçai tous ensemble dans une même boîte; deux ou trois jours

après, voulant ajouter d'autres individus que j'avais rencontrés, pourvus de leur animal, dans les ravins du Djebel Santon, je visitai la boîte dans laquelle j'avais placé mes premiers cyclostômes et fus très-surpris de trouver, contre les parois de cette dernière, une petite larve à démarche peu vive, et hérissée de tubercules ornés de bouquets de poils allongés, d'un ferrugineux foncé.

» Rappelé en France dans le courant du mois de mars, et désirant suivre cette observation, j'emportai avec moi onze de ces larves et un très-grand nombre de *Cyclostoma Wobzianum*, afin de pouvoir les nourrir. Arrivé à Paris vers le milieu d'avril, je mis, dans un vase, de la terre que j'eus soin de tenir sans cesse humide, et j'y plaçai mes larves avec quelques cyclostômes.

» Les moyens et la patience mis en usage par ces larves pour s'emparer de l'animal du *Cyclostoma Wobzianum* sont fort remarquables et vraiment dignes de fixer l'attention du naturaliste ami de l'entomologie.

» On sait que les animaux du genre *Cyclostoma* ont leur pied pourvu d'un opercule calcaire, avec lequel la bouche de la coquille se trouve fermée hermétiquement lorsque l'habitant est tout à fait rentré dans sa demeure. Tel est l'obstacle à surmonter que la petite larve rencontre, obstacle que l'on pourrait croire infranchissable pour cette dernière; car, en effet, ses organes buccaux ne sont pas assez robustes pour pouvoir briser ou au moins perforer cette opercule de consistance calcaire; mais la nature, si prévoyante pour les êtres qu'elle a créés, tout en privant d'instinct les animaux placés plus bas dans l'échelle, a donné à ces derniers des moyens de conservation qui, le plus souvent, se trouvent représentés par la force, et, lorsque celle-ci vient à manquer, par la ruse : c'est ce dernier moyen que la petite larve met en usage pour s'emparer de l'habitant de cette coquille, vers lequel elle est attirée pour sa conservation.

» C'est pendant les mois de janvier, février et mars que les Cyclostoma se mettent en mouvement, c'est-à-dire qu'à cette époque, les pluies, ayant détrempé la terre qui tous les ans se trouve profondément fissurée par les sécheresses de l'été, ces mollusques viennent à la surface du sol et sortent de leur habitation, soit pour pourvoir à leur nourriture, soit pour s'accoupler ou pour jouir de cette humidité atmosphérique dont ils sont privés pendant neuf mois de l'année; c'est aussi à cette époque que les larves de *Drilus* attaquent les *Cyclostoma Wobzianum*. Lorsqu'une larve désire s'emparer de l'animal d'un *Cyclostoma*, elle place son dernier segment sur le bord extérieur de la bouche de la coquille, sur lequel elle se

tient solidement fixée, par le moyen d'un tubercule en forme de ventouse ou de pattes en couronne dont le dernier segment est armé, et, surtout après avoir eu soin de se poster à la partie que l'animal ouvre pour sortir de son habitation, libre alors de tout son corps et de ses pattes, elle dirige ses organes de la mandication du côté où le mollusque soulève son opercule soit pour respirer, soit pour marcher; mais l'habitant de la coquille, sentant cet hôte incommode sur son opercule, se garde bien d'ouvrir ce dernier, et espère, en faisant durer longtemps cette manœuvre, lasser son ennemi; mais la petite larve, en sentinelle attentive, ne quitte pas un instant le *Cyclostoma*, et reste à l'épier ainsi, non pas une heure, mais des jours entiers. L'habitant de la coquille, après avoir employé toutes les ruses possibles, se trouve enfin forcé de sortir de cette fausse position; je ne sais si c'est pour renouveler l'air de ses poumons ou pour se livrer à l'acte auquel la nature l'a destiné, mais il se rend, c'est-à-dire que le besoin d'une de ces deux fonctions le pousse à entr'ouvrir son opercule. L'assiégeant, qui est toujours posté en sentinelle et qui épie le moment favorable, profite de cette circonstance pour placer, dans l'intervalle que laisse l'opercule entre la coquille, ses mandibules avec lesquelles il coupe le muscle qui retient l'opercule au pied de l'animal, ou lui fait une blessure assez profonde pour en rendre l'action impuissante; c'est alors que la petite larve se rend maître, non-seulement de la place, mais encore de la garnison, dont elle fait sa nourriture.

» Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie se termine par une monographie du genre des *Drilus*, et j'ai cru devoir l'accompagner d'un croquis donnant la larve et la nymphe très-grossis, et la position qu'occupe cette larve lorsqu'elle cherche à s'emparer de l'animal d'un *Cyclostoma Wobzianum*. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Mémoire sur la structure intime des os; par* M. **Louis Mandl**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Chevreul, Serres, Flourens, Dutrochet, Payen.)

I. *De la structure intime des os à l'état naturel.*

« Il existe, dans la substance compacte des os, deux éléments distincts : les canalicules (1) et les corpuscules osseux.

---

(1) Nous entendons, sous cette dénomination, le canal lui-même et la substance dans laquelle il est creusé.

» Chacun des canalicules laisse apercevoir un centre creux et une paroi. La *partie centrale creuse* contient un vaisseau sanguin capillaire, qui se distribue dans toute sa largeur. Son diamètre est très-variable : tantôt le canalicule peut à peine contenir le vaisseau capillaire; d'autres fois, comme par exemple dans le voisinage de la moelle, la portion creuse atteint une longueur dix à quinze fois plus grande, et renferme, outre le vaisseau capillaire, beaucoup de graisse. La *paroi* du canalicule est formée de trois, quatre ou un plus grand nombre de lamelles concentriques, qui sont traversées par des lignes très-fines, rayonnant du centre à la périphérie.

» Les *lignes rayonnantes* du centre à la périphérie sont d'un diamètre de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{1200}$ de millimètre. A un grossissement de 500 ou 400 fois, on voit que chacune de ces lignes est formée de deux lignes qui s'écartent davantage à mesure qu'elles se rapprochent du centre. Il nous semble qu'elles jouent, dans le tissu osseux, le rôle que jouent ailleurs les canalicules dentaires.

» Les canalicules ont en général une *forme* cylindrique, quelquefois aplatie sur les côtés. Les sections transversales sont rondes ou un peu ovales, si le canalicule a été coupé perpendiculairement à son axe; elles sont allongées, et rarement prismatiques, si la section a été faite obliquement.

» Le *diamètre* des canalicules est très-variable : les plus petits se trouvent à quelque distance de la surface externe de l'os, et leur diamètre n'est quelquefois que de 0,005 à 0,01 de millimètre; d'autres sont 3, 4 fois, ou même beaucoup plus grands. C'est dans le voisinage de la moelle qu'ils s'élargissent le plus: là ils communiquent avec les cellules de la moelle et forment ce qu'on a appelé le *tissu aréolaire*. Ce sont les canalicules qu'on a décrits sous le nom de fibres osseuses, de canalicules de Havers, etc. Dans les oiseaux, la partie creuse acquiert quelquefois un diamètre 3 à 4 fois plus considérable que la paroi.

» Le *nombre* des canalicules diminue d'autant plus qu'ils se rapprochent davantage de la surface externe de l'os.

» A la surface externe de l'os existent quelquefois, en petit nombre, des lamelles parallèles à la surface externe de l'os, et dans lesquelles ne se trouvent que peu ou point de canalicules. Quelques auteurs ont avancé que le nombre de ces lamelles augmente avec l'âge. Nous ne les avons rencontrées que rarement, et jamais nous n'avons pu constater leur existence parmi les canalicules des os de mammifères et d'oiseaux que nous avons examinés.

» Les *corpuscules osseux* sont placés dans les lamelles concentriques des canalicules. Ils sont oblongs ou anguleux, entourés de lignes très-déliées, qui partent de leur périphérie et s'anastomosent fréquemment, non-seulement entre elles, mais souvent aussi avec celles des corpuscules voisins. Observés peut-être par Leeuwenhoeck, jamais par Malpighi, décrits par M. Purkinje dans le tissu dentaire, ils ont été, dans le tissu osseux, l'objet de recherches suivies de la part de M. Müller. Ce physiologiste distingué suppose que les sels calcaires sont déposés en partie dans la paroi de ces corpuscules, et il se demande si ces corpuscules, avec le réseau intermédiaire des lignes anastomosées, ne pourraient pas servir à la circulation d'un fluide qui serait destiné à la nutrition de l'os (1); mais, observateur trop consciencieux pour affirmer une hypothèse qui ne s'appuie pas d'expériences positives, il s'est abstenu de se prononcer d'une manière absolue, confiant à des recherches ultérieures la solution de cette question.

» MM. Serres et Doyère ont récemment annoncé que les corpuscules osseux contiennent un fluide pendant la vie (2). Ces corpuscules ne sont pour eux que des cavités microscopiques. Ils sont arrivés à ce résultat en étudiant des lamelles de tissu osseux sec plongées dans un bain d'huile. « Les prétendus corpuscules, disent-ils, prennent instantanément » l'aspect de taches noires et opaques, avec un point brillant à leur cen- » tre. Quiconque aura étudié la réfringence des corps plongés dans les li- » quides prononcera immédiatement qu'un gaz seul peut produire l'effet » optique qu'il a sous les yeux. » D'ailleurs, pour que la conviction de l'observateur se change en certitude, « il suffira de prolonger l'observation, » car bientôt les lignes noires disparaîtront, les plus déliées d'abord, les » plus grosses et les points d'anastomose ensuite; les angles des corpus- » cules s'arrondiront; le corpuscule lui-même ne sera bientôt plus qu'un » ovoïde microscopique, puis une petite sphère, dans laquelle tout le » monde reconnaîtra une bulle d'air. Enfin, la bulle d'air elle-même finit » par disparaître. »

» Nous ne partageons pas l'opinion de MM. Serres et Doyère. Nous avons répété leurs observations; nous avons vu se reproduire les apparences qui les ont trompés : nous allons les apprécier à leur juste valeur.

---

(1) *Voyez* Miescher, *De Inflammatione ossium*, Berlin, 1836. — *Handbuch der Physiologie*, par Müller, 3e édition, Coblentz.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XIV, p. 260.

» Les phénomènes que présente une lamelle de tissu osseux sec plongée dans un bain d'huile, ne sont autres que les changements optiques qui s'opèrent dans un tissu lorsqu'il devient transparent, d'opaque qu'il était. La transparence gagne d'abord les lignes les plus déliées, ensuite les plus grosses, et enfin les corpuscules eux-mêmes. Mais il n'est pas exact de dire que les corpuscules, ni même que les lignes disparaissent : les uns et les autres persistent; seulement leur transparence les a rendus beaucoup plus difficiles à voir.

» S'il pouvait rester quelque doute sur l'erreur que nous signalons, il serait levé par cette simple réflexion, qu'une bulle d'air, plongée dans un bain d'huile, ne peut pas disparaître. Ce qui se passe à l'œil nu, dans les conditions annoncées, doit nécessairement se passer de la même manière sous le microscope. C'est, du reste, ce que tout le monde pourra constater, en soumettant à l'observation microscopique, et dans un bain d'huile, un objet quelconque rempli d'air ; par exemple, un poil de cerf, qui est composé de cellules aérifères, comme nous l'avons démontré (*Anatomie microscopique*. Appendices tégumentaires, I^re partie. Paris, 1841). Au fur et à mesure que l'air s'échappera de l'intérieur du poil coupé, on verra des bulles d'air nager dans le liquide ou rester attachées aux bords du poil, mais elles ne disparaîtront jamais.

» Les recherches que nous venons d'exposer ont été faites à un grossissement de 300 à 400 fois.

II. *Examen microscopique des os colorés par la garance.*

» 1°. *Coloration par immersion.* — Des parcelles d'os de mammifères, plongées dans une dissolution de garance, ont présenté successivement les phénomènes suivants : d'abord ce sont les bords qui se colorent; la couleur pénètre plus avant, mais celle des bords est plus intense; l'intensité de la couleur se répand sur toute la surface. Enfin toute la parcelle osseuse est profondément colorée, seulement çà et là existent quelquefois des parties plus colorées qui correspondent habituellement aux points les plus épais de la lamelle.

» Il suit de là que, dans les os teints artificiellement, la coloration ne suit pas une marche dépendante de la distribution, soit des canalicules, soit de tout autre élément, mais qu'elle se propage, au contraire, d'une manière toute physico-chimique, de dehors en dedans.

» 2°. *Coloration par l'alimentation.*—Examinons d'abord les os colorés du

pigeon. Ces os offrent une intensité de couleur qui se retrouve même dans les lamelles les plus minces et les plus transparentes; il est facile d'ailleurs d'obtenir, à l'aide du scalpel, des tranches très-minces, soit longitudinales, soit transversales. Cela est d'autant plus avantageux que les os colorés ne peuvent pas être soumis à l'action de l'acide hydrochlorique, qui détruirait presque entièrement leur couleur. Il n'en sera pas moins utile de se procurer toujours deux tranches tout-à-fait semblables prises sur le même os, et de traiter l'une d'elles par l'acide hydrochlorique. Cette dernière, après avoir perdu presque entièrement sa couleur, acquerra, par l'action de l'acide, une transparence qui permettra d'étudier avec la plus grande facilité sa structure, la distribution des canalicules, l'épaisseur de la paroi et de la partie centrale creuse, etc., points de comparaison précieux pour l'étude de l'os coloré.

» En examinant des coupes longitudinales et transversales d'os d'oiseaux nourris par la garance, on est bientôt convaincu que la couleur rouge occupe toute l'épaisseur de la paroi du canalicule; ce qui reste incolore n'est que la partie centrale creuse, destinée à recevoir le vaisseau capillaire et la graisse. Cet aspect se présente même dans les os de pigeons qui n'ont été nourris que pendant vingt-quatre heures avec de la garance.

» Parmi les os de mammifères, ceux du cochon offrent une grande facilité pour l'étude microscopique de la coloration. On distingue déjà à l'œil nu des parties qui sont moins colorées et d'autres qui le sont davantage; en examinant une portion dont la couleur est peu intense, on voit que celle-ci n'occupe qu'une partie de la paroi du canalicule, la partie qui entoure la portion centrale creuse. D'autres fois le canalicule est entièrement coloré, mais les branches latérales ne le sont pas, ou peu; mais il faut bien se garder de généraliser ce résultat de l'observation, et de croire cet aspect propre à l'os entier. En effet, en examinant la portion dont la couleur est plus intense, on ne tardera pas à reconnaître que toute la paroi du canalicule est colorée comme dans les os de pigeons, et qu'il n'existe pas d'espace incolore entre les canalicules. Des coupes longitudinales ne laissent pas le moindre doute à ce sujet. Les os minces de lapin nous ont paru colorés dans toute leur profondeur.

» Lorsqu'on examine une parcelle d'os peu colorée, on peut facilement distinguer les corpuscules osseux qui présentent une couleur plus intense. Cette circonstance paraît favorable à l'opinion de Müller, qui croit que les corpuscules sont le siége de sels calcaires; toutefois, en examinant au microscope les os colorés, il dit n'avoir observé qu'une couleur uniforme

répandue sur tout le tissu. Il nous paraît probable que Müller avait examiné des parcelles d'une couleur intense; dans ce cas il n'est plus permis de distinguer la différence de couleur qui existe entre le tissu et les corpuscules.

» Qu'il nous soit permis d'exprimer ici les remercîments que nous devons à M. Flourens, qui a bien voulu mettre à notre disposition, avec une obligeance extrême, sa belle et riche collection d'os colorés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mémoire sur la tendance des tiges vers la lumière; par* M. **J. Payer** (1). (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Mirbel, Dutrochet, Becquerel.)

« 1°. Toutes les fois qu'on fait germer une plante, du cresson alénois par exemple, sur du coton humide, dans un appartement éclairé par une seule fenêtre, ou dans une boîte à une seule ouverture, la jeune tige, au lieu de s'élever perpendiculairement au sol, comme cela lui arrive toujours à ciel découvert ou dans l'obscurité complète, s'incline vers la fenêtre, en restant toujours *droite* et formant avec la verticale un angle d'un certain nombre de degrés.

» 2°. Toutes les fois, au contraire, qu'on place dans cet appartement ou dans cette boîte une plante déjà née, et qui, ayant poussé dans l'obscurité complète ou à ciel découvert, est verticale, la jeune tige se *courbe* d'abord, puis *s'incline* vers la lumière, c'est-à-dire qu'il y a ici deux phénomènes successifs. Dans le premier, la partie inférieure de la tige est encore verticale, mais la partie supérieure est plus ou moins horizontale. Dans le second, la partie supérieure s'étant un peu redressée et la partie inférieure légèrement inclinée, la tige est redevenue droite, de courbe qu'elle était, et se trouve dirigée vers la lumière.

» 3°. Pour que la plante se courbe ainsi du côté où vient la lumière, il n'est pas nécessaire, comme paraissent le penser MM. de Candolle et Dutrochet, que le point de courbure reçoive quelques rayons de cette lumière.

---

(1) M. Arago, en présentant le Mémoire de M. Payer, rappelle que M. de Humboldt a, le premier, montré que de jeunes plantes qui germent verdissent sensiblement lorsque, environnées d'air atmosphérique, elles sont exposées à une lumière artificielle très-intense. (Humboldt, *Aphorismes de physiologie chimique des végétaux,* publiés en latin à la suite de la Flore souterraine de Freiberg, année 1793.)

» 4°. Cette courbure ne persiste point dans les jeunes tiges lorsque la cause qui l'a produite vient à cesser.

» 5°, 6° et 7°. Mais son intensité est loin d'être la même dans les diverses circonstances où l'on place les jeunes plantes.

» Ainsi, on peut établir comme règle générale que *la tendance des tiges vers la lumière est d'autant plus grande que cette lumière est moins intense ou qu'elle arrive de plus bas.*

» 8°. Le milieu dans lequel la plante se trouve n'a d'influence que sur la vitesse avec laquelle la courbure s'opère; car, au sein des eaux comme dans une atmosphère d'azote ou d'hydrogène, la courbure finit toujours, avec des temps différents sans doute, par avoir le même degré, lorsque toutes les autres circonstances sont égales d'ailleurs.

» 9°. Si, au lieu d'être placées dans une boîte à une seule ouverture, les jeunes plantes sont mises dans une boîte à deux ouvertures, et partant reçoivent l'action de la lumière dans deux directions différentes, des phénomènes non moins curieux se présentent.

» Ces deux ouvertures peuvent se trouver sur le même côté de la boîte, de manière à ce que les rayons qu'elles laissent passer fassent entre eux un angle plus ou moins aigu, ou être placées l'une vis-à-vis de l'autre.

» Dans le premier cas, lorsque l'intensité des deux lumières est égale, la tige se courbe dans la direction de la résultante, c'est-à-dire de la bissectrice de l'angle formé par les deux rayons. Mais lorsque cette intensité est inégale soit au moyen d'ouvertures d'étendue différente, soit au moyen d'écrans à l'une des ouvertures, la tige ne se courbe plus dans la direction de la résultante, mais bien *dans la direction de la lumière la plus forte.*

» On peut donc, à l'aide d'une jeune plante, déterminer, en quelques heures, de deux lumières laquelle est la plus intense, de deux verres lequel est le plus transparent, et, dans des circonstances données, on pourrait s'en servir comme d'un véritable *photomètre.*

» 10°. Dans le second cas, c'est-à-dire lorsque les deux ouvertures sont vis-à-vis l'une de l'autre sur des côtés opposés, l'intensité des deux rayons est-elle égale: la plante, sollicitée également de part et d'autre, ne se courbe ni d'un côté ni de l'autre. Cette intensité est-elle, au contraire, inégale: elle se courbe du côté de la plus grande lumière, à moins toutefois qu'il lui arrive des deux côtés une lumière suffisante, auquel cas elle ne se courbe point non plus, quoiqu'elle soit plus éclairée d'un côté que de l'autre.

» 11°. Pour que tous ces phénomènes s'accomplissent, le concours des différentes parties dont la lumière se compose n'est point nécessaire.

» Car, de toutes mes expériences soit avec l'héliostat, soit avec des verres colorés et analysés, en procédant par élimination, il résulte que, sous les rayons rouges, orangés, jaunes et verts, la plante se conduit comme dans l'obscurité complète, c'est-à-dire qu'elle ne se courbe jamais; tandis que, sous les rayons bleus et violets, elle se courbe toujours.

» 12°. Cette absence complète d'action dans certains rayons n'est point due à la nature de la substance colorante ou verte. Entre deux lumières traversant, l'une un écran d'eau et l'autre un écran d'essence de térébenthine, la plante s'est courbée dans la direction de la bissectrice, c'est-à-dire qu'elle s'est comportée comme s'il n'y avait point eu d'écrans interposés.

» Donc, pour le phénomène du mouvement au moins, la lumière chimique n'a aucune influence.

» 13°. Comme la plante qui se trouve entre deux rayons lumineux d'intensité différente se courbe toujours du côté de la lumière la plus grande, il m'a été facile de déterminer lequel, du bleu ou du violet, avait le plus d'influence, et j'ai toujours trouvé que c'était le *bleu*.

» 14°. Enfin, comme la tige se courbe d'autant plus qu'il y a moins de lumière, j'ai pu facilement, à l'aide de plantes placées à divers endroits dans ma chambre noire, m'assurer si l'obscurité était complète.

» Tels sont les résultats principaux que j'ai obtenus; quant aux appareils dont je me suis servi, je les décris dans mon Mémoire, ainsi que la manière dont j'ai opéré pour arriver à ces résultats. »

MATHÉMATIQUES. — *Sur une nouvelle méthode de génération et de discussion des surfaces du deuxième ordre. — Théorie des focales et des plans directeurs ; par* M. **Amiot.**

(Commissaires, MM. Cauchy, Liouville.)

Voici les principaux théorèmes développés dans ce Mémoire :

« Il existe pour toute surface du deuxième ordre des lignes (*les focales*) dont les différents points jouissent, entre autres, des propriétés suivantes :

» 1°. L'expression du carré de la distance d'un point d'une focale à un point quelconque de la surface est décomposable en deux facteurs entiers, rationnels et du premier degré, en fonction des coordonnées de ce dernier point;

» 2°. Il y a généralement, pour chaque point d'une focale, un système de deux plans (*plans directeurs*) tels que le carré de la distance d'un point quelconque de la surface au premier point est constamment proportionnel au rectangle des distances du même point aux deux plans;

» 3°. Pour chaque section d'un ellipsoïde, par exemple, par un plan perpendiculaire à l'un des axes, il y a deux points d'une focale (*foyers conjugués*) dont la somme des distances à un point quelconque de la section est constante;

» 4°. La normale à la surface en un point quelconque de cette section est toujours située dans le plan des rayons vecteurs menés de ce même point aux deux foyers conjugués;

» 5°. La normale divise en deux parties égales l'angle des mêmes rayons vecteurs. »

MÉDECINE. — *Sur un moyen de rendre plus énergique l'action du sulfate de quinine dans le traitement des fièvres intermittentes dépendant d'une affection de la rate.* — Extrait d'une Note de M. **Piorry**.

« . . . En poursuivant les recherches dont j'ai eu déjà l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats, recherches que je me propose de lui présenter d'une manière plus complète dès qu'elle pourra m'accorder la parole, j'ai recueilli des faits nombreux qui me paraissent démontrer que le sulfate de quinine, rendu soluble par l'addition d'une quantité minime d'acide sulfurique, produit, à des doses bien moindres et dans un temps de beaucoup moins considérable que ne le fait le sulfate de quinine insoluble, la réduction du volume de la rate. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

PHYSIQUE. — *Nouveaux faits à ajouter à la théorie de la chaleur considérée dans l'évaporation.* Mémoire de M. **Paret**.

(Commission nommée pour une précédente communication du même auteur.)

CHIRURGIE. — *Description et figure d'un nouveau céphalotribe; par* M. **Finizio**.

(Commissaires, MM. Magendie, Roux.)

CHIRURGIE. — *Sur les moyens d'appliquer le procédé de la ligature en anse aux tumeurs situées à une certaine hauteur dans l'intestin rectum. Nouveaux instruments pour cette opération.* Note de M. **Leroy d'Étiolles.**

(Commissaires, MM. Roux, Breschet.)

ASTRONOMIE. — *Planisphère dressé pour l'horizon et le méridien de Pétersbourg, accompagné d'une Note indiquant divers problèmes de géographie mathématique et d'astronomie pratique dont la solution peut être obtenue très-simplement, au moyen de ce planisphère, avec une exactitude suffisante pour les besoins de la vie civile; par* M. **Vorobief.**

(Commissaires, MM. Arago, Puissant, Mathieu.)

PHYSIOLOGIE. —*Note sur quelques cas d'empoisonnement arrêtés ou retardés, chez les animaux, par l'action de la machine électrique; par* M. **Ducros.**

(Commission nommée pour de précédentes communications du même auteur.)

M. **Thenard**, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, fait connaître les résultats favorables qu'il a obtenus, dans des expériences entreprises sur une grande échelle, relativement à son système de *barrage mobile.* Un Mémoire et des plans relatifs au même sujet, dont l'auteur de la Lettre annonce l'envoi, ne sont pas encore parvenus à l'Académie.

(Renvoi à la Commission chargée de rendre compte d'un Mémoire de M. Fourneyron relatif à un nouveau système de portes pour des écluses à très-large ouverture.)

M. **Martin** présente des *fusils de chasse et de guerre* dans lesquels les capsules fulminantes viennent se présenter successivement à un amorçoir qui les place sur le tonnerre au moment où l'on arme.

(Commissaires, MM. Despretz, Piobert, Séguier.)

M. **Chuart** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un *essieu de garde* destiné à prévenir les accidents qui dépendent de la *rupture des essieux des machines locomotives.*

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

L'Académie renvoie à l'examen de la même Commission deux autres communications également relatives aux *moyens de diminuer les dangers des chemins de fer* et adressées, l'une par M. **Fardet**, l'autre par un anonyme; cette dernière est annoncée comme la reproduction d'une Note qui aurait été envoyée dans le mois de mai dernier.

M. **Brachet** adresse de nouvelles Notes relatives à la *télégraphie nocturne.*

M. **Peigné**, à l'occasion d'une Lettre de M. Lonzoni, concernant des expériences faites anciennement à Milan sur les télégraphes de nuit, rappelle celles qui furent tentées à Boulogne, en 1812, par M. *Lambel,* et dont l'application eut lieu, l'année suivante, pour établir une correspondance entre Calais et Dunkerque.

(Les Notes de MM. Brachet et Peigné sont renvoyées à la Commission déjà chargée de l'examen de diverses communications relatives à la télégraphie nocturne.)

M. **Dupont** adresse des épreuves obtenues d'une planche en relief gravée sur pierre par l'action des acides; il annonce que ces épreuves ont été tirées avec la planche originale qui présente assez de résistance pour qu'on puisse se dispenser de faire des clichés métalliques.

(Commission nommée pour une communication de M. Tixier sur le même sujet.)

M. **Gagnage** soumet au jugement de l'Académie un échantillon de *charpie* obtenue directement de fils qui n'avaient point fait partie d'un tissu.

(Commissaires, MM. Breschet, Pelouze, Payen.)

M. **Gaubert** présente quelques remarques relatives à un passage du Rapport concernant l'appareil qu'il a présenté sous le nom de *Gérotype.*

(Renvoi à la Commission qui a fait le Rapport.)

CORRESPONDANCE.

M. **Arago**, au nom du bureau, soumet à l'Académie une question qui a surgi depuis la dernière séance, au sujet de la présentation d'un candidat pour la place de professeur de Physique et de Chimie vacante à l'École de Pharmacie de Montpellier. La Section de Physique, chargée de proposer les candidats, n'avait pu porter sur cette liste qu'un seul nom. M. *Figuier* était, en effet, la seule personne qui se présentât à l'Académie avec les titres exigés pour la place vacante. Aujourd'hui l'on apprend, par des lettres adressées à plusieurs académiciens, qu'un autre candidat, M. *Cauvy*, réunissant également toutes les conditions voulues, avait adressé sa demande à l'École de Pharmacie de Montpellier, et était déjà présenté, par cette École, au choix de M. le Ministre de l'Instruction publique. Les auteurs de ces lettres supposent que si la candidature de M. Cauvy eût été connue, l'Académie aurait jugé utile de discuter comparativement les titres de ce chimiste et ceux de M. Figuier ; ils pensent, de plus, que tout peut être réparé, puisqu'on n'a pas encore voté sur la proposition de la Section.

M. le *Secrétaire perpétuel* demande à l'Académie de vouloir bien décider, dans sa sagesse, s'il serait convenable de passer outre ou d'inviter la Section de Physique à faire une nouvelle présentation.

MM. *Thenard, Chevreul* et plusieurs autres académiciens appuient cette dernière proposition.

M. *de Blainville* la repousse comme contraire aux règlements de l'Académie et pouvant établir un fâcheux précédent. M. *Becquerel* s'oppose également au renvoi à la Section.

Après une discussion à laquelle prennent part, outre les membres qui viennent d'être nommés, MM. *Dumas, Flourens, Arago, Cauchy*, l'Académie arrête, à une majorité de 13 voix contre 12, le renvoi à la Section.

PHYSIQUE. — *Sur les images produites à la surface d'un métal poli par la proximité d'un autre corps.* — Extrait d'une Lettre de M. **Moser**, de Königsberg, à M. *de Humboldt*.

« 7 décembre 1842.

» Je m'empresse de vous communiquer mes nouvelles recherches sur la formation des images produites par l'action des rayons invisibles. Lorsque

ces rayons ont agi, l'image ne paraît qu'en soufflant sur la plaque ou en l'exposant à la vapeur d'une tension plus élevée. Si les rayons invisibles ont agi pendant longtemps (comme c'est le cas dans les gravures opposées, sans contact, à une glace), l'humidité de l'atmosphère suffit. Cette humidité se condense sur les parties qui ont éprouvé l'action des rayons; les vapeurs y adhèrent. L'image se montre comme lorsque des vapeurs de mercure adhèrent à la plaque soumise au procédé daguerrien. Cette explication, sur laquelle il ne me reste aucun doute, m'a conduit aux inductions qui suivent. J'ai déjà prouvé que des rayons de toute réfrangibilité produisent les mêmes effets, mais qu'ils exigent un temps plus ou moins long. Si donc les rayons invisibles condensent les vapeurs contenues dans l'air, les rayons visibles doivent faire la même chose si on les fait agir pendant longtemps et avec une grande intensité. Une plaque restera longtemps exposée au soleil, et, quoique élevée à une haute température, elle se couvrira de *rosée*. J'ai, en effet, exposé l'été dernier des plaques de métal et de verre couvertes d'écrans dans lesquels j'avais fait des découpures, c'est-à-dire dont j'avais enlevé des parties, pendant plusieurs heures, au soleil. J'obtins des images très-nettes représentant les découpures, les parties de l'écran enlevées. Ces images étaient entièrement semblables à celles que vous m'avez envoyées et qui s'étaient formées, pendant de longues années, en regard d'une gravure. Dans mon expérience directe la vapeur de l'atmosphère s'était précipitée sur les plaques, quoique celles-ci n'étaient aucunement au-dessous de la température de l'air, condition requise par la rosée ordinaire. Je me trouve forcé d'admettre que du soleil émanent deux forces, la lumière et la chaleur. Sous le rapport de la composition de la rosée, elles ont des propriétés diamétralement opposées. Notre théorie de la rosée n'était donc pas complète: on ne connaissait pas le rôle que joue la lumière dans ce phénomène. Pour faire voir comment la chaleur peut favoriser la formation des images et l'adhésion de l'humidité, je vous rappellerai que dans mes expériences l'élévation de température d'une plaque de laiton gravée au burin favorise la production des images. La vapeur se condense très-rapidement sur la plaque polie qui est en contact avec la plaque gravée, quoique la dernière soit fortement chauffée. Dans la production de ces images, le contact immédiat n'est aucunement nécessaire, on peut éloigner les deux plaques, celle qui donne de celle qui reçoit, par l'interposition de lames de mica. La chaleur favorisera encore la production des images, mais l'action sera plus lente et plus faible. Lorsqu'on échauffe trop, après que l'image est déjà formée, la vapeur condensée se dissipe de nou-

veau. J'ai été très-satisfait d'apprendre que ayez bien voulu communiquer ma dernière lettre à l'Académie des Sciences. J'ai envoyé, d'après vos conseils, à l'Académie de Berlin des images produites par des rayons invisibles. J'ai exposé en même temps mes doutes sur l'identité de la lumière et de la chaleur. Je suis toujours occupé d'expériences sur la lumière latente. C'est un travail difficile et qui demande beaucoup de repos et de la patience. »

« M. *de Humboldt*, au nom de M. **Gustave Rose**, correspondant de l'Institut, présente à l'Académie des Sciences le second et dernier volume de son ouvrage, portant le titre de *Voyage minéralogique et géognostique à l'Oural, à l'Altaï et à la mer Caspienne*, fait d'après les ordres de l'empereur de Russie, par MM. *de Humboldt, Ehrenberg* et *Rose*. Cet ouvrage, entièrement rédigé par M. Gustave Rose (en allemand), sur ses propres observations, sur le journal de M. de Humboldt et les nombreux documents officiels et inédits que le gouvernement impérial a communiqués, avec la plus grande bienveillance, jusque dans l'été de 1842, renferme, dans le premier volume, la partie centrale et boréale de la chaîne de l'Oural, comme l'ouest et le sud de l'Altaï; dans le second volume, la steppe des Kirghiz, depuis la frontière chinoise, au delà du confluent du Narim et de l'Irtyche, jusqu'au fleuve Iaik; la partie méridionale de l'Oural, entre Kychtim, les alluvions aurifères de Miask, où l'on a trouvé des masses d'or massif, pesant 13, 16 et même 24 livres russes (de 5,2 à 9,6 kilogrammes); les bords de la mer Caspienne et le lac Elton, où, dans la steppe des Kalmoucs, il se forme, par l'évaporation des eaux, un strate puissant de sel gemme. La publication du second volume de l'ouvrage de M. Rose a été retardée par le grand nombre d'analyses chimiques auxquelles ce savant a cru devoir se livrer, en décrivant tant de nouveaux minéraux cristallisés. Telle est la prodigieuse richesse minérale de l'Oural, que cette chaîne de montagnes, qui, depuis les jaspes d'Orsk, produits par le contact d'une roche d'hypersthène, jusqu'à Bogoslovsk, a près de 230 lieues de longueur, offre 19 minéraux qui n'ont encore été trouvés dans aucune autre partie de la terre, les chlorospinel, diaspore, æschynite, barsovite, xanthophyllite, rhodicite.... Douze autres substances appartiennent à celles qui sont les plus rares aillleurs, les monacite, brochantite, rhodochrome, bucklandite, phenakite, le venadate de plomb, enfin le diamant, découvert en 1829 pour la première fois, hors des tropiques, dans une latitude boréale de 58° $\frac{1}{2}$ par deux compagnons de voyage de M. de Humboldt, MM. Schmidt et le comte de Polier. La présence du carbone dans les dolomies noires qui accompagnent les diamants à

Adolfskoi, a été constatée par l'analyse de M. Rose. Quelques diamants de ce ravin ont même des fissures et des taches noires. On n'a trouvé jusqu'ici que 41 diamants, mais, ce qui est très-intéressant, sur quatre points de la chaîne de l'Oural, dont les extrêmes sont éloignés l'un de l'autre de 112 lieues. Dans la chaîne méridienne de l'Oural la beauté est réunie à l'immense variété des minéraux, comme le prouvent les émeraudes, les topazes, les béryls, le chrysobéryl, la tourmaline rouge, le corindon bleu, les grenats.... M. Rose a terminé son ouvrage par cinq Mémoires offrant des recherches chimiques et cristallographiques,

» 1°. Sur l'ouralite et ses rapports à l'augite (p. 347 à 378);

» 2°. Sur le chrysobéryl et la pyrrhite (p. 379 à 385);

» 3°. Sur les minerais de platine, leur forme et deux espèces d'osmium-iridium (p. 386 à 401). L'iridium, le palladium, le carbone et le soufre, sont jusqu'ici, parmi les corps simples, les seules substances *dimorphes* que l'on connaisse.

» La pesanteur de l'osmium-iridium gris de plomb est très-remarquable, atteignant 21,11; mais la substance dont la pesanteur spécifique est le plus grande, est l'iridium natif de l'Oural. Breithaupt la trouve 23,64, M. Rose 22,80. La quantité de platine exploitée dans l'Oural de 1829 à 1839, a été de 20 664 kilogrammes.

» 4°. Sur la composition chimique de l'or tiré des alluvions aurifères ou des filons (p. 402 à 429). Il y a des grains (pépites) qui ne renferment que $\frac{1}{10}$ pour 100 d'argent, d'autres en ont jusqu'à 38 pour 100.

» M. Rose croit que l'or et l'argent sont des substances isomorphes. La production de l'or de l'Oural diminue lentement, mais cette exploitation augmente d'une manière prodigieuse dans une zone qui traverse toute la Sibérie, de l'ouest à l'est. On a obtenu, de 1827 à 1841, en or de lavage, 102250 kilogrammes, renfermant, terme moyen, 9 pour 100 d'argent.

» 5°. Tableau systématique des minéraux simples et des roches de l'Oural (p. 447 à 603). Les recherches sur les diorites, les porphyres-ouralites, les porphyres-oligoclases, la roche d'hypersthène, les euphotides, la miascite des monts Ilmen, longtemps confondue avec les granites, mais entièrement dépourvue de quartz que remplace l'élæolithe (p. 48), sont d'autant plus dignes de l'intérêt des géologues que la composition intime des roches d'éruption n'est pas suffisamment éclaircie.

» Un voyage de terre de 4200 lieues (de 25 au degré), offre l'avantage de soumettre à l'observation des points d'un continent très-éloignés les uns des autres. L'ensemble des observations magnétiques que l'étendue du

terrain parcouru a pu favoriser, sera publié avec la position astronomique des lieux, dans un ouvrage que M. de Humboldt va publier incessamment sous le titre d'*Asie centrale, Recherches sur les chaînes de montagnes et la climatologie comparée*, en 3 volumes. »

THÉORIE DES GLACIERS. — *Extrait d'une Lettre de* M. AGASSIZ *à* M. de Humboldt, *en date du* 19 *novembre* 1842.

« J'ai vu par le compte rendu des observations de M. Forbes sur les glaciers, qu'il a laissé la plupart des questions qui s'y rattachent bien loin du point où je les ai amenées cette année. C'est ainsi qu'il a entièrement méconnu la stratification, et qu'il en confond partout les indications avec les accidents variés des bandes bleues. Les coupes ne donnent qu'une espèce de lignes de séparation dans la masse, tandis qu'il y en a deux systèmes qui s'entrecroisent. Il résulte de cette première méprise une impossibilité absolue pour lui de lier les phénomènes des hautes régions avec ceux du glacier proprement dit; aussi ne trouve-t-on pas un mot sur ce point important dans les remarques qu'il a publiées. La plupart de ses autres observations sont tout aussi incomplètes; ses données sur le mouvement général du glacier ne reposent que sur des faits observés pendant les mois d'été, tandis que j'ai des chiffres du mouvement annuel d'une série de points sur toute la longueur du glacier qui offrent des résultats diamétralement opposés à ceux de M. Forbes; ainsi, j'ai trouvé l'avancement d'un bloc

à 3077 pieds du rocher de l'Abschwung de 274 pieds; celui d'un second bloc plus bas
à 5176........................... de 291 pieds; celui d'un troisième plus bas
à 13950........................... de 219 pieds; celui d'un quatrième plus bas
à 21970........................... de 168 pieds; celui d'un cinquième enfin
à 24470........................... de 265,

tandis que M. Forbes affirme que la partie inférieure des glaciers se meut plus rapidement que la partie supérieure, dans la proportion de 3 à 5. J'ai pris des mesures pour pouvoir constater le mouvement particulier de chaque saison dans différents points : en attendant que je puisse répéter ces mesures, il n'est pas sans importance de faire remarquer que mes trois blocs supérieurs se trouvent sur la partie la plus uniforme et la moins inclinée du glacier de l'Aar, tandis que le quatrième, qui a le moins

avancé, est sur la plus forte pente de son cours; le cinquième, enfin, est près de son extrémité, dans un endroit très-crevassé, où le fond est creusé de grands et nombreux vides.

» M. Forbes prétend, en outre, que le mouvement diurne paraît plus considérable que le mouvement nocturne; vous vous souvenez sans doute que j'ai observé le contraire. Cette différence provient probablement de la différence dans les heures de nos observations. M. Forbes observait à 6 heures du matin et à 6 heures du soir, tandis que mes observations ont été faites à 7 heures du matin et à 7 heures du soir. Ce n'est pas sans intention que j'ai choisi ces heures. Le matin les nombreux filets d'eau ne se mettant à courir que vers les 7 heures, j'ai envisagé que ce moment seulement était le commencement du jour pour les glaciers; le soir l'eau tarit peu à peu après le coucher du soleil, et continue souvent à couler encore fort tard dans la nuit, malgré le froid du soir.

» Il résulte de là que M. Forbes, en choisissant pour ses observations les heures de 6 heures, le soir et le matin, a soustrait à la nuit l'heure qui est peut-être celle du plus grand mouvement, pour y comprendre une heure de jour de plus. J'ai en effet tout lieu de croire que, si l'eau qui pénètre dans l'intérieur du glacier est la cause déterminante du mouvement, c'est le matin qu'il doit être le plus prononcé. Je me représente les choses de la manière suivante : Pendant l'hiver le glacier est à une température inférieure à zéro; mes observations ont au moins démontré ce fait dans certaines limites. Lorsqu'au printemps il se forme ou qu'il tombe de l'eau à la surface plus ou moins désagrégée du glacier, cette eau y pénètre et tend à ramener la glace à zéro; aussi longtemps qu'il coule de l'eau à sa surface, cette eau cherche donc à se mettre en équilibre de température avec le glacier, et il arrive de deux choses l'une : ou elle fond la glace, si elle est au-dessus de zéro, ou elle se gèle quand elle s'infiltre dans la partie du glacier dont la température est encore au-dessous de zéro. Voilà pourquoi cette année, qui a été très-chaude, j'ai toujours trouvé zéro dans le glacier, même à 200 pieds; tandis qu'en 1841, dont l'été a commencé plus tard que cette année, la glace n'ayant été ramenée à zéro que jusqu'à une centaine de pieds, j'ai souvent trouvé mes instruments gelés à cette profondeur et même avant. Les alternances de température du jour et de la nuit doivent produire des effets semblables dans des limites plus étroites. L'eau coulant continuellement de jour, doit tendre à ramener à zéro les zones de plus en plus profondes du glacier, tandis que lorsqu'elle cesse de couler, une partie de celle qui a pénétré dans la partie

de sa masse encore inférieure à zéro doit se congeler, et cet effet se prolonger sur l'eau arrêtée dans les fissures capillaires, jusqu'à ce que le lendemain les courants d'eau reprennent leur activité. Je serais maintenant porté à croire que j'ai même pris le commencement du jour du glacier à une heure trop matinale, et que les effets de la nuit, c'est-à-dire d'un excès de gel, au lieu d'un excès de fonte, se prolongent encore plus tard. Ce n'est point à dire qu'une partie de l'eau qui pénètre dans les canaux les plus menus du glacier ne se gèle également de jour, à certaines profondeurs de sa masse, et n'occasionne le mouvement diurne; je crois seulement que l'accélération du mouvement nocturne est dû aux circonstances qui font que le gel l'emporte sur la fonte, et, d'après les faits que j'ai recueillis sur le mouvement du glacier, c'est avec le ralentissement des courants d'eau dans les niveaux où la glace n'est pas encore ramenée à zéro par le dégel de la surface, c'est-à-dire lorsqu'il y a possibilité qu'une partie de cette eau se congèle et se dilate, que ces circonstances existent. Vous le voyez, ces phénomènes sont bien difficiles à analyser, et il importe de multiplier à l'infini les observations, pour arriver à une solution définitive de toutes ces difficultés. Maintenant que les mesures sont prises pour pouvoir continuer ces observations, il serait déplorable qu'elles fussent interrompues. Pour ma part, je voudrais pouvoir envoyer M. Wild prochainement mesurer tous nos signaux, puis les faire mesurer de nouveau au printemps, pour constater l'immobilité du glacier pendant l'hiver, sur laquelle M. Forbes élève de nouveau des doutes. Je désirerais aussi pouvoir publier les observations de cette année d'une manière convenable et à temps, afin d'engager le plus de personnes possible à faire des observations l'année prochaine. Desor pourrait soigner la rédaction de mes Notes, en sorte que ce travail ne me détournerait point de mes recherches sur les poissons fossiles. Vous verrez même prochainement les résultats curieux auxquels je suis arrivé en examinant ceux que M. Murchison a rapportés de Russie, et sur lesquels je viens de lui adresser un rapport. »

GÉOGRAPHIE.—*Sur un nouveau projet de canal à travers l'isthme de Panama.* Note communiquée par M. **Warden.**

« La compagnie autorisée, par le gouvernement de la Nouvelle-Grenade, à construire un canal entre ces deux océans, a terminé l'exploration des terrains à travers l'isthme, et a fait un chemin provisoire à partir de la baie

de Charera, sur l'océan Pacifique, jusqu'à la ville de Chagrès, sur l'océan Atlantique. Ces explorations, sous la direction de M. l'ingénieur Morel, ont démontré que l'isthme de Panama, au lieu d'être une chaîne de rochers, comme le disent la plupart des géographes, est, au contraire, une vallée de 4 à 13 milles de longueur où se trouvent plusieurs élévations de forme conique, de $6^{m},50$ à $19^{m},50$ de haut. Parmi ces petites hauteurs coulent plusieurs rivières qui descendent de l'extrémité des Andes pour se jeter, par deux canaux principaux, les unes dans la mer Caribéenne, par la rivière Chagrès, les autres dans l'océan Pacifique, par le Rio-Grande. L'élévation du terrain entre ces rivières n'est que de 13^{m} au-dessus de la plus haute marée, et de $21^{m},50$ au-dessus de la basse marée.

» Le creusement nécessaire pour unir les deux mers, au moyen des trois rivières Vino-tinto, Bernardino et Farzan, n'a que 12 milles et demi de longueur. La chute sera régularisée par quatre écluses doubles de 45^{m} de longueur. Le canal aura en tout 49 milles; $43^{m},50$ de largeur à la surface de l'eau, et $17^{m},50$ au fond; $6^{m},50$ en profondeur; il sera navigable pour les bâtiments de 1000 à 1400 tonneaux. Les rivières, dans les parties où elles ont de $2^{m},50$ à $4^{m},50$ d'eau, serviront comme canal après avoir été creusées de manière à obtenir une profondeur de $6^{m},50$; et l'eau sera maintenue à cette hauteur par deux écluses de garde.

» Tous les matériaux nécessaires à la construction du canal se trouvent sur le terrain même qu'il doit traverser. On a évalué la dépense totale à 2 778 615 dollars ou 1 4821 800 francs, y compris les frais de quatre bateaux à vapeur, et deux ponts de fer, de 46^{m} de long, qui s'ouvriront pour le passage des navires. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Sur un nouveau voyage vers les sources du Nil blanc, entrepris par ordre du pacha d'Egypte.* (Extrait de la correspondance de MM. d'ARNAUD et SABATIER, et de M. le consul général de France en Égypte, avec M. *Jomard.*)

« Un second voyage d'exploration a été exécuté en 1841 et 1842. M. d'Arnaud et M. Sabatier étaient associés à une grande expédition égyptienne, et étaient munis d'instruments, savoir: cercle, sextant, lunette astronomique, thermomètre, etc.

» Le voyage sur le Nil, depuis Khartoun, a été de 2000 kilomètres; on est parvenu à 4°42' de latitude, à peu près, sous le méridien du Caire, ce qui change totalement la direction donnée jusqu'ici au Nil blanc.

» On n'a rencontré aucune chaîne de montagnes, bien que les montagnes dites de la *Lune* soient tracées sur toutes les cartes, du 5^{e} au 7^{e} degré de latitude. Les bifurcations trouvées par les voyageurs ne sont formées que par des îles ; il y a aussi d'immenses marécages. Les voyageurs ont rapporté beaucoup d'observations astronomiques et météorologiques, des profils en travers de la vallée, des mesures de la pente et de la vitesse du fleuve, des collections d'histoire naturelle, et des vocabulaires. L'un d'eux a fait naufrage à la quatrième cataracte. Le fer et l'or abondent dans le pays.

» Les peuplades sont d'humeur pacifique, très-nombreuses, diverses de races, de langage, de physionomie.

» Il y en a une de couleur bronze à cheveux lisses.

» Un de ces peuples est armé de lances de 4 mètres de long; le fer seul est long d'un mètre: ils travaillent ce métal avec quelque habileté.

» Un autre adore la lune : tout combat cesse à son lever.

» On a trouvé des marchandises des Indes chez le roi des Behrs. Ce chef a son palais situé au milieu des eaux : on n'y arrive qu'à la nage. Il est gardé par deux bataillons féminins, armés de lances et de boucliers.

» On ajoute que les ministres n'entrent dans l'intérieur du palais qu'au moment où le roi est atteint d'une maladie mortelle. Ils ont alors la mission de l'étrangler pour l'empêcher de mourir de mort naturelle. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur la théorie des machines à vapeur de Cornouailles, à simple effet ; par* M. DE PAMBOUR.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences dans sa séance du 24 décembre 1838, et depuis, dans la première édition de ma *Théorie de la Machine à vapeur,* j'ai essayé de poser les bases de la théorie des machines de Cornouailles à simple effet; mais de nouvelles études sur cette question m'ont permis de lui faire faire de nouveaux progrès, et c'est une courte analyse de mes recherches à ce sujet que je viens en ce moment soumettre à l'Académie.

» On sait que dans les machines de Cornouailles à simple effet, la vapeur est d'abord introduite au dessus du piston, tandis que le vide est opéré en dessous, c'est-à-dire tandis que la partie inférieure du cylindre communique avec le condenseur. L'effort de la vapeur commence donc à faire descendre le piston, en élevant en même temps un contre poids considérable suspendu à l'extrémité opposée du balancier. Après que la vapeur

a été admise pendant un certain temps dans le cylindre, la soupape d'introduction est fermée, et le piston ne continue plus son mouvement que par la détente de la vapeur qui a été interceptée dans le cylindre. Ainsi sa vitesse commence à diminuer; mais lorsqu'il approche du point fixé pour la fin de sa course, le condenseur se ferme, et une soupape, appelée *soupape d'équilibre,* met en communication les deux portions du cylindre séparées par le piston. Alors la vapeur se répand des deux côtés du piston, et par conséquent celui-ci se trouve pressé également sur ses deux faces. Dès ce moment donc, la force motrice cesse d'exercer aucun nouvel effort, et comme le contre-poids enlevé d'abord par la pression de la vapeur continue toujours d'opposer la même résistance, il s'ensuit que le piston est promptement ramené au repos, mais sans choc et par degrés insensibles.

» Alors commence la course remontante. L'effort de la vapeur au-dessus du piston ayant entièrement cessé, le contre-poids attaché à l'extrémité du balancier redescend de la hauteur où il avait été élevé; et dans cette action il fait remonter le piston, et en même temps il fait agir les pompes foulantes qui opèrent l'épuisement, c'est-à-dire qu'il produit l'effet utile. Dès que le piston est parvenu près de la fin de sa course, la soupape d'équilibre se referme, et la vapeur ainsi interceptée dans la partie supérieure du cylindre, se comprime de plus en plus et finit par arrêter le piston. Mais on remarquera encore que, dans cette action, il n'y a point de choc, ni de force perdue, parce que la vapeur ainsi comprimée, en se joignant ensuite à celle qui est fournie par la chaudière, contribue elle-même à produire la nouvelle course descendante du piston.

» On voit d'après cet exposé, que les bornes d'une analyse nous forcent de réduire à ses traits principaux, que ces machines sont soumises, dans leur mouvement, à trois conditions essentielles : les deux premières, qu'à la fin de chaque course, le piston est ramené au repos sans perte de force vive, et qu'ainsi les quantités de travail produites par la puissance et par la résistance, dans chacune de ces deux courses, sont égales entre elles; la troisième, que la masse d'eau correspondante à la vapeur dépensée dans le cylindre est égale à la masse d'eau vaporisée dans la chaudière. C'est d'après le développement de ces trois propositions que nous allons établir les équations propres à déterminer, selon le besoin, soit les effets, soit les proportions de ces machines.

» Pour commencer par la course descendante du piston, nous obtiendrons la première relation cherchée, entre les données et les inconnues

du problème, en exprimant que dans cette course, les quantités de travail développées par la puissance et par la résistance sont égales entre elles.

» Soient donc P la pression absolue de la vapeur dans la chaudière, P′ la pression absolue, moyenne et inconnue, de la vapeur pendant son admission dans le cylindre; a l'aire du cylindre, l la course du piston, l' la portion de cette course parcourue au moment qu'on intercepte l'arrivée de la vapeur, et c la liberté du cylindre, ou portion libre que ne parcourt pas le piston, mais qui se remplit de vapeur à chaque course. Si l'on prend le piston au moment où il a parcouru une longueur quelconque λ de sa course, et que la vapeur en se détendant a acquis la pression quelconque ϖ, on verra que si le piston parcourt en outre un espace élémentaire $d\lambda$, le travail produit dans ce mouvement sera $\varpi a d\lambda$; mais dans le même instant, le volume $a(l'+c)$ occupé par la vapeur avant la détente sera devenu $a(\lambda+c)$. Or, d'après la loi générale que nous avons démontrée dans un Mémoire précédent (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séances des 22 janvier, 26 mars et 19 novembre 1838), si un même volume d'eau S se transforme dans la machine, d'abord en vapeur à la pression P′, puis ensuite à la pression ϖ, les volumes respectifs successivement occupés par la vapeur seront représentés par les expressions

$$\frac{mS}{n+P'} \quad \text{et} \quad \frac{mS}{n+\varpi},$$

dans lesquelles m et n sont des constantes dont nous avons donné la valeur, sous une forme différente, il est vrai, mais facile à ramener à la forme actuelle. Donc, en observant qu'ici les volumes respectifs sont, d'une part, $a(l'+c)$, et de l'autre, $a(\lambda+c)$, on voit qu'on aura

$$a(l'+c)=\frac{mS}{n+P'} \quad \text{et} \quad a(\lambda+c)=\frac{mS}{n+\varpi}.$$

Par conséquent, en divisant ces deux équations l'une par l'autre, on aura, entre les pressions successives P′ et ϖ d'une même masse de vapeur, la relation

$$(c) \qquad \varpi=(n+P')\frac{l'+c}{\lambda+c}-n.$$

On remarquera que si l'on y faisait $n = 0$, cette expression se réduirait à la relation ordinairement admise, en supposant pour les vapeurs la loi de Mariotte, savoir,

$$\varpi = \mathrm{P}' \frac{l' + c}{\lambda + c},$$

qui exprime que les pressions sont en raison inverse des volumes occupés par la vapeur. Ainsi l'on pourrait bien aisément, et en un instant quelconque du calcul, passer d'une loi à l'autre.

» Cela posé, en multipliant les deux termes de l'équation (c) par $ad\lambda$, et en prenant l'intégrale entre les limites l' et l, on aura pour l'effort total produit par la vapeur, depuis le moment où elle est interceptée jusqu'à la fin de la course,

$$a(l' + c)(n + \mathrm{P}') \log \frac{l + c}{l' + c} - na(l - l');$$

et en y ajoutant $\mathrm{P}'al$ pour le travail effectué par la vapeur antérieurement à la détente, on aura, pour le travail total de la vapeur pendant toute la course du piston,

$$a(l' + c)(n + \mathrm{P}')\left(\frac{l'}{l' + c} + \log \frac{l + c}{l' + c}\right) - nal.$$

» D'un autre côté, la résistance de la machine, dans cette course, se compose du contre-poids Π, de la pression p subsistant sous le piston en raison de la condensation imparfaite de la vapeur, de la charge ρ de la pompe élévatoire, qui sert à élever l'eau du fond du puits dans le réservoir de la pompe foulante, du frottement f' de la machine non chargée dans cette course, et enfin du surplus $\delta(\rho + \Pi)$ qu'éprouve ce frottement en vertu du contre-poids et de la pompe élévatoire. D'après ces notations, le travail développé par la résistance est

$$\Pi al + pal + \rho al + f'al + \delta(\rho + \Pi)al.$$

Par conséquent en faisant, pour simplifier,

$$k' = \frac{l'}{l' + c} + \log \frac{l + c}{l' + c},$$

on aura pour la première relation cherchée, exprimant l'égalité du travail de la puissance et de la résistance, dans cette course,

$$k'a(l' + c)(n + \mathrm{P}') - nal = [(1 + \delta)(\rho + \Pi) + p + f']\,al,$$

qui donne

$$(\mathrm{A}) \qquad n + \mathrm{P}' = \frac{l}{l'+c} \cdot \frac{1}{k'}[(1+\delta)(\rho+\Pi)+n+p+f'].$$

» L'équation que nous venons d'obtenir exprime la condition de travail de la course descendante. Dans la course montante, au contraire, la puissance est le contre-poids de la machine, et la résistance se compose de la charge de la maîtresse pompe ou pompe foulante, que nous exprimerons par ρ'', en la rapportant, comme toutes les autres forces contenues dans les équations, à l'unité de surface et à la vitesse du piston à vapeur, du frottement f'' de la machine non chargée, dans cette course, et enfin de la pression de la vapeur comprimée au-dessus du piston, après la clôture de la soupape d'équilibre. Nous ne comptons aucun frottement additionnel dû à la charge ρ'', parce que la pompe est mise directement en jeu par la chute du contre-poids, sans l'intermédiaire de la machine. Quant au travail dû à la compression de la vapeur, en exprimant par l'' la portion de la course remontante parcourue par le piston au moment de la clôture de la soupape d'équilibre, et faisant, pour simplifier,

$$k'' = \frac{l-l''+c}{l+2c}\log\frac{l-l''+c}{c} - \frac{l''+c}{l+2c}\log\frac{l+c}{l''+c},$$

elle a pour expression

$$k''al(n+\mathrm{P}')\frac{l'+c}{l},$$

ainsi qu'on le trouvera développé pages 291 à 294 de la première édition de ma *Théorie de la Machine à vapeur*.

» Donc la condition d'égalité du travail entre la puissance et la résistance, dans cette course, produit l'équation

$$k''al(n+\mathrm{P}')\frac{l'+c}{l} + \rho''al + f''al = \Pi al,$$

qui donne, pour la seconde relation cherchée,

$$(\mathrm{B}) \qquad n+\mathrm{P}' = \frac{l}{l'+c} \cdot \frac{1}{\mathrm{K}''}(\Pi - \rho'' - f'').$$

» Enfin, pour obtenir la troisième relation, exprimant l'égalité entre

la dépense et la production de vapeur, il faut observer qu'il ne se dépense, à chaque coup de piston, que la vapeur qui pendant la course remontante est passée au-dessous du piston. Or, pendant le temps que la soupape d'équilibre reste ouverte, les deux parties du cylindre se trouvent occupées par la vapeur qui a subi la détente dans la course descendante antérieure. Cette vapeur, dans le moment où elle est arrivée dans le cylindre, avait la pression P', et elle occupait la longueur $(l'+c)$ du cylindre. En ce moment elle se trouve répandue dans la totalité du cylindre, y compris les deux espaces libres que ne parcourt pas le piston. Donc d'abord, d'après la relation (c), démontrée entre les volumes et les pressions d'un même poids de vapeur pendant son action dans les machines, la pression de la vapeur, après sa dilatation dans les deux parties du cylindre, sera

$$\varpi_1 = (n + P')\frac{l'+c}{l+2c} - n.$$

» En outre, le volume de cette vapeur qui est condensé à chaque double coup de piston, est $a(l''+c)$; et par conséquent s'il se donne M doubles coups de piston par minute, le volume de vapeur dépensé par minute sera $Ma(l''+c)$. Mais, en exprimant par v la vitesse du piston par minute, prise en comptant, selon l'usage, les courses utiles seulement, on a $v = Ml$. Donc le volume de vapeur dépensé par le cylindre sera

$$av\frac{l''+c}{l}.$$

De même, en appelant S le volume d'eau vaporisé par minute dans la chaudière, le volume de vapeur qui en résultera, quand cette vapeur se sera dilatée à la pression ϖ_1, sera, d'après la relation générale mentionnée plus haut, entre les volumes et les pressions de la vapeur,

$$\frac{mS}{n+\varpi_1}.$$

Donc puisque la dépense du cylindre est égale à la production de la chaudière, on aura l'équation

$$av\frac{l''+c}{l} = \frac{mS}{n+\varpi_1};$$

et en y remplaçant ϖ_1 par sa valeur obtenue un peu plus haut, on aura,

pour la troisième relation cherchée,

$$(C) \qquad n + P' = m \frac{l + 2c}{l'' + c} \cdot \frac{l}{l' + c} \cdot \frac{S}{av}.$$

» Par conséquent, en éliminant d'abord P′ entre les deux équations (A) et (C), puis entre les équations (B) et (C), on en conclura les deux équations préliminaires

$$\frac{1}{k'}[n + p + f' + (1+\delta)(\rho + \Pi)] = m \frac{l + 2c}{l'' + c} \cdot \frac{S}{av},$$

$$\frac{1}{k''}[\Pi - \rho'' - f''] = m \frac{l + 2c}{l'' + c} \cdot \frac{S}{av}.$$

» Et enfin, en éliminant Π entre ces deux équations, faisant $\rho + \rho'' = r$, parce que la charge totale, ou la quantité totale d'eau élevée par la machine, est égale à $(\rho + \rho'')$ ou à la somme des quantités d'eau élevées soit dans une course, soit dans l'autre, et résolvant la résultante par rapport aux diverses inconnues du problème, on arrivera aux équations suivantes :

$$(1) \qquad v = m \frac{S}{a} \cdot \frac{l+2c}{l''+c} \cdot \frac{k' - (1+\delta)k''}{(1+\delta)r + n + p + f' + (1+\delta)f''},$$

$$(2) \qquad ar = m \frac{S}{v} \cdot \frac{l+2c}{l''+c}\left(\frac{k'}{1+\delta} - k''\right) - \frac{a}{1+\delta}[n + p + f' + (1+\delta)f''],$$

$$(3) \qquad S = \frac{av}{m} \cdot \frac{l''+c}{l+2c} \cdot \frac{(1+\delta)r + n + p + f' + (1+\delta)f''}{k' - (1+\delta)k''},$$

$$(4) \qquad arv = mS \cdot \frac{l+2c}{l''+c} \cdot \frac{[k' - (1+\delta)k'']r}{(1+\delta)r + n + p + f' + (1+\delta)f''}.$$

Ces équations contiennent la solution de tous les problèmes que présentent ces machines. »

CHIMIE. — *Note sur quelques combinaisons du phosphore avec les corps halogènes; par* M. Cauvy. (Extrait par l'auteur.)

« On obtient un composé cristallisé et nettement défini d'iode et de phosphore, en dissolvant dans du protochlorure de phosphore une cer-

taine quantité convenable de ces deux corps; le composé se présente en belles aiguilles d'un rouge vif et s'obtient très-facilement.

» L'analyse donne pour sa composition:

Phosphore..........	0,142
Iode...............	0,858
	1,000

Ce qui correspond à la formule P^4I^6, et donnerait un composé analogue à l'acide hypophosphoreux, en prenant pour la formule de ce dernier P^4O^3, adoptée par M. Thenard.

» Cet iodure fond entre 120° et 130°; à une température plus élevée, il est altéré; l'eau le décompose en donnant lieu à un précipité de phosphore; il en est de même de l'air humide, qui le convertit en acide iodhydrique et divers acides du phosphore; l'air sec n'a pas d'action sur lui; l'acide azotique le détruit rapidement; c'est sur cette action qu'est fondé le procédé par lequel il a été analysé.

» Par un procédé analogue, on obtient avec le brome un composé déjà connu, mais qu'il était difficile de se procurer en quantité assez notable: c'est le perbromure de phosphore; il cristallise dans le protochlorure de phosphore en belles aiguilles d'un rouge très-vif, analogues à celles de l'hypo-iodure décrit plus haut.

» Les corps halogènes forment, avec le phosphore, une série de combinaisons en proportions pondérales très-faibles qui ont attiré mon attention à cause de la distance qui les sépare des corps définis connus; ce sont des composés qui ne contiennent que quelques centièmes des corps halogènes et beaucoup de phosphore.

» Le phosphore chloruré se produit en abondance dans un grand nombre de réactions, et notamment dans les divers procédés par lesquels on obtient les divers chlorures de phosphore; il est jaune orangé, solide et assez volatil.

» Le phosphore ioduré s'obtient avec facilité en fondant ensemble des quantités convenables de phosphore et d'iode, et débarrassant le composé de l'excès de ces deux corps, soit par des sublimations, soit par de nombreux lavages à l'eau bouillante. On obtient ainsi pour résidu une poudre d'un rouge de brique, infusible, inaltérable à l'air et à l'eau, qui ne se volatilise qu'à une chaleur voisine du ramollissement du verre, qui est décomposée instantanément par l'acide nitrique en iode et en acide phosphorique, et

qui possède, comme le phosphore, la propriété de brûler au contact de l'air à une température suffisante. Elle contient une proportion assez constante de phosphore qui, d'après les analyses, serait 0,895 du poids total.

» Ce corps se mêle en toutes proportions avec le phosphore. On peut se servir de la grande tendance qu'a l'iode pour produire ce composé rouge comme d'un réactif très-sensible propre à reconnaître de faibles proportions d'iode dans des solutions contenant du chlore ou du brome. En chauffant dans un tube un fragment de phosphore avec la liqueur à essayer, à laquelle on ajoute un peu d'acide nitrique, on aperçoit bientôt le phosphore se colorer en jaune rougeâtre si le liquide contient de l'iode; le chlore et le brome, dans les mêmes circonstances, ne produisent aucun effet semblable. »

M. d'Hombres-Firmas adresse la description et la figure d'un fossile découvert, il y a peu d'années, par M. Corniani, dans un calcaire des collines Euganes, au sud-ouest de Padoue, et qui paraît être le seul de cette espèce que l'on connaisse dans les collections. Ce fossile, désigné sous le nom de *Cycloconus Catulli*, a été mentionné déjà par M. le comte da Rio, dans son *Orittologia Euganea*, et décrit par lui dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Padoue*.

M. Fournier de Lempdes prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de feu M. *Larrey*. Il adresse à cette occasion quelques opuscules qu'il a publiés, et l'indication de plusieurs autres recherches qu'il a faites sur diverses questions chirurgicales.

M. Louis-L. Bonaparte écrit à l'occasion d'une réclamation de priorité élevée par M. *Conté*, relativement à l'emploi médical du lactate de quinine.

« La Note que j'ai lue au congrès de Florence, dit M. L. Bonaparte, avait pour but non-seulement de faire connaître les avantages qu'il y aurait à remplacer dans les usages de la médecine le sulfate de quinine par le lactate de la même base, mais encore d'exposer les propriétés physiques et chimiques de ce nouveau sel. Je faisais part en même temps des résultats heureux obtenus par quelques médecins de la *maremma* de Rome. Il y a trois ans que ces médecins ont essayé le lactate que j'avais mis à leur disposition. Je ne sais si M. Conté peut citer des expériences antérieures à celles-ci. »

M. le baron **Blein** écrit pour faire remarquer l'accord que présentent entre eux les nombres qui, dans une communication récente de M. Cauchy, expriment les rapports des longueurs d'ondulation des rayons colorés du spectre solaire, et ceux qu'il a lui-même depuis longtemps donnés comme exprimant les rapports des trois sons consonnants, *ut, sol, mi* du mode majeur, c'est-à-dire des nombres des vibrations synchrones qui donnent ces trois sons.

MÉTÉOROLOGIE. — *Note de* M. **Bravais** *sur la variation diurne du thermomètre, en hiver, à Bossekop* (latitude 69° 58′ nord).

» La courbe moyenne de variation diurne thermométrique que nous avons obtenue à Bossekop, en l'absence du Soleil, par les cinquante jours qui suivent et les cinquante jours qui précèdent le solstice d'hiver, a une amplitude très-minime, environ 0°,3, comme le montre le dessin joint à cette Note. Il est remarquable qu'il existe un second point maximum vers onze heures du soir. Serait-il dû aux aurores boréales, ou à un vent de mer que l'échauffement du continent vers midi ferait naître, et qui ne se propagerait qu'après un intervalle d'environ dix heures? Serait-ce un simple accident spécial à l'hiver de 1838-1839?

» Avec une aussi faible variation thermométrique, la variation barométrique est encore considérable, puisque son amplitude, même au solstice d'hiver, est encore égale à près de un demi-millimètre, seulement moitié moindre que dans nos climats. Il semble, d'après cela, que la variation diurne barométrique n'est pas due uniquement à une onde due à l'échauffement solaire et allant de l'est à l'ouest, comme paraissent l'avoir admis Ramond et Laplace. »

MM. **Flandin** et **Danger** écrivent qu'ayant examiné la composition des bougies de l'Étoile pour s'assurer si, comme on l'avait annoncé, il entrait de l'arsenic dans la préparation des mèches, ils n'ont pu y découvrir aucune trace de ce métal.

MÉTÉOROLOGIE. — *Tremblements de terre.*

M. **Petit**, de Maurienne, adresse diverses Notices sur les tremblements de terre observés dans la province de Maurienne, depuis le 19 décembre 1838

jusqu'au 18 mars 1840. Les observations ont été faites par M. Billet, évêque de Maurienne, par M. Mottard, médecin, et par M. Petit lui-même. D'après ces Notices, on voit qu'il n'y a pas eu en Maurienne moins de quatre-vingt-treize tremblements de terre en quinze mois.

M. **Petit**, de Maurienne, demande qu'un « Mémoire sur les habitations considérées sous le rapport hygiénique », qu'il avait autrefois soumis au jugement de l'Académie, et qui a été depuis présenté pour un concours non encore jugé, soit renvoyé à la Commission primitivement chargée d'en rendre compte.

Cette demande est accordée.

M. **Arago** rendra compte, dans une des plus prochaines séances, des observations météorologiques faites au Collége de Jefferson, près de la Nouvelle-Orléans, par M. **Chevet**, ancien élève de l'École normale.

L'Académie reçoit une nouvelle série des observations météorologiques faites à Dijon (octobre 1842).

M. **Caffe** écrit relativement au monument que l'on se propose d'élever à la mémoire de *Berthollet*, dans la ville d'Annecy, patrie de ce savant.

M. **Chastelus**, propriétaire de houillères, écrit pour prier l'Académie de hâter le Rapport des commissaires chargés de l'examen d'un appareil présenté par M. *Chuart* et décrit comme pouvant annoncer, en temps opportun, la présence d'un gaz détonant dans une galerie de mine.

M. **Barruel** adresse une Note sur un *appareil destiné à condenser la vapeur qui s'échappe des machines de bateaux à vapeur.*

M. **Valsh** adresse une nouvelle Note relative à des *transformations algébriques.*

M. **de Barruel-Beauvert**, près de partir pour l'Amérique centrale, où il doit faire un long séjour, annonce qu'il se chargerait volontiers de faire les observations de météorologie et de physique du globe que l'Académie jugerait convenable de lui indiquer.

M. **Christophe Jorre** écrit relativement à certains usages économiques qu'on pourrait, suivant lui, faire du *liber* des arbres.

M. **Telamane du Parrat** adresse une addition à sa première Note sur la confusion qu'il croit avoir été faite de l'horizon visuel avec l'horizon rationnel.

M. **Langas** annonce avoir trouvé un nouveau moyen de transport à la fois rapide et économique; d'ailleurs il ne fait point connaître en quoi ce moyen consiste.

M. **Arago** communique une Lettre dans laquelle M. *Schumacher* annonce que M. *Argelander* a découvert un mouvement propre annuel de $+ 5'',26$ en ascension droite, et de $- 5'',75$ en déclinaison, dans une étoile située par

$175^\circ\ 56'\ 1''$ d'ascension droite,
et $38^\circ\ 52'\ 0''$ de déclinaison boréale.

M. **Beauvoisin** adresse sous enveloppe cachetée un ouvrage de sa composition.

M. **Chatin** adresse deux paquets cachetés. L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures et demie. A.

ERRATUM. (Séance du 12 décembre.)

Page 112, ligne 23, *au lieu de* MM. Arago, Mathieu et Gambey,
lisez MM. Arago, Mathieu et Duperrey.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1842; nos 24 et 25; in-4°.

Cours élémentaire d'Histoire naturelle, à l'usage des Colléges et des Maisons d'éducation, rédigé, conformément au programme de l'Université du 14 *septembre* 1840, *par* MM. Milne Edwards, A. de Jussieu *et* Beudant : Botanique; *par* M. A. DE JUSSIEU; in-8°. 1re partie : *Organes et Fonctions de la végétation.*

Progrès moraux de la population parisienne depuis l'établissement de la Caisse d'Épargne; par M. le baron CH. DUPIN; in-32.

Aperçus statistiques sur la Vie civile et l'Économie domestique des Romains au commencement du 4e *siècle de notre ère; par* M. MOREAU DE JONNÈS. (Extr. du *Journal des Économistes.*) In-8°.

Traité pratique sur les Maladies des organes génito-urinaires; par M. le docteur CIVIALE; 1re partie : *Maladies de l'Urètre;* 2e édition; in-8°.

Instruction pastorale de Monseigneur l'Archevêque de Paris, sur la Composition, l'Examen et la Publication des Livres en faveur desquels les auteurs ou éditeurs sollicitent une approbation; in-4°.

Thalysie, ou la Nouvelle existence; par M. GLEIZES; tome III; in-8°.

Essai sur les Causes mécaniques de la circulation du Sang; par M. NOUGARÈDE DE FAYET; in-8°.

Catalogue méthodique et descriptif des Corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône et lieux circonvoisins; par M. P. MATHERON; 1re livr.; in-8°.

L'Institut catholique, Revue religieuse, philosophique, scientifique, artistique et littéraire; 5e livr.; décembre 1842; Lyon, in-8°.

Lithotritie perfectionnée, Guérison des Hernies; par M. FOURNIER DE LEMPDES; Paris, 1829; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VIII, nos 5 et 6; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire; n° 5, 13e année; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; novembre 1842; in-8°.

Mémorial, Revue encyclopédique des Sciences; nos 142; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n° 6; décembre 1842; in-8°.

Flora batava; 126e livr.; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale de Londres;* nos 50 à 54. (18 novembre 1841 à 16 juin 1842.) In-8°.

New definition... *Nouvelle définition du circuit voltaïque, avec des formules propres à en déterminer la puissance dans des circonstances données; par* M. A. Smée; in-8°.

Revised... *Nouvelles Instructions pour l'usage des observatoires magnétiques et météorologiques, rédigées par le Comité de Physique et de Météorologie de la Société royale de Londres;* 1842; in-8°.

Dutch... *Écoles de Hollande et d'Allemagne, avec des Considérations sur ce qu'il y aurait à faire pour étendre et améliorer les moyens d'instruction populaire dans la Grande-Bretagne et l'Irlande; par* M. Hickson; Londres, 1840; in-8°.

General... *Rapport de la Commission nommée pour la loi des Pauvres, sur l'état sanitaire de la population ouvrière de la Grande-Bretagne; présenté au Parlement en juillet* 1842; in-8°.

The London... *Journal de Sciences et Magasin philosophique de Londres, Édimbourg et Dublin;* vol. XXI; août, septembre, octobre et novembre 1842; in-8°.

The Quarterly Review; n° 140; septembre 1842; in-8°.

The Athenæum; juillet, août, septembre et octobre 1842; in-8°.

Observations... *Observations de l'Intensité magnétique en vingt-un points de l'Europe; par* M. A.-D. Bache, un des secrétaires de la Société Philosophique américaine; in-4°.

Bijdragen... *Essai sur l'Histoire naturelle de la race nègre; par* M. Vander Hoeven; 1842; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 463; in-4°.

Journal... *Journal de Mathématiques pures et appliquées; par* M. A.-L. Crelle; vol. XXIV, livr. 3 et 4; Berlin, 1842; in-4°.

Der Kriegs-Schauplatz... *Théâtre de la Guerre dans l'Asie centrale, ou Remarques sur la carte d'ensemble de l'Afghanistan, du Penjab et des terres qui sont situées sur le cours inférieur de l'Indus; par* M. Zimmermann; Berlin, 1842; in-8°.

Tijdschrift... *Journal d'Histoire naturelle et de Physiologie; par* MM. Vander Hoeven *et* H. de Vrièse; vol. IX, 3e et 4e livr.; 1842; in-8°.

Rendiconto... *Compte rendu des séances et des travaux de la Société royale de Naples;* tome Ier, n° 1 à 3 inclusivement; Naples, 1842; in-4°.

Cenni per... *Essais pour une nouvelle Histoire des Sciences médicales; par* M. CERVETO; Vérone, 1841; in-8°.

Di Giambatista da Monte... *Notice sur* J.-B. DA MONTE *et sur la Médecine italienne du* 16e *siècle; par* le même; in-8°.

Esperienze... *Expériences et Recherches diverses concernant l'Électricité; par* M. le professeur ZANTEDESCHI; Vicence, 1841 (plusieurs opuscules détachés); in-4°.

Gazette médicale de Paris; t. X, nos 51 et 52.

Gazette des Hôpitaux; t. IV, nos 148 à 153.

L'Expérience; nos 285 et 286.

L'Écho du Monde savant; nos 46 à 49; in-4°.

L'Examinateur médical; t. III, n° 12.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1842.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XV.

A

Pages.

ABSORPTION. — Coup d'œil sur l'absorption animale; par M. *L. Mialhe* 347

ACIDE DRACONIQUE. — Note en réponse à une réclamation de priorité élevée par M. *Laurent*, relativement aux acides draconique et nitro-draconique; par M. *Cahours* 804

— Sur les acides draconique, nitro-draconique et sur l'anisole; par M. *A. Laurent* 953

ACIDE LITHOFÉLIQUE. — Note sur cet acide; par MM. *Malaguti* et *Sarzeau* 518

ACIDE PHOSPHORIQUE. — Sur la composition de l'acide phosphorique et des phosphates; par M. *Longchamp* .... 65 et 348

ACIDE SULFURIQUE. — Sur la fabrication de l'acide sulfurique dans le traitement des pyrites de fer; par M. *Barruel* 898

— Sur un nouvel acide du soufre (acide hyposulfurique bisulfuré); par MM. *Fordos* et *Gélis* 920

ACIDES GRAS. — Lois de composition des principaux acides gras; par M. *Dumas* 935

ACIDES MÉTALLIQUES. — Recherches sur les acides métalliques; 3me Mémoire, par M. *Frémy* 1106

ACOUSTIQUE. — Mémoire sur un phénomène relatif à la communication des mouvements vibratoires; par M. *Duhamel* 1

AÉROLITHES. — Sur la chute d'un aérolithe qui a eu lieu le 5 décembre dans les environs de Langres; par M. *Vuillemain* 1118

AÉROSTATS. — Mémoire sur la navigation aérienne; par M. *Renoux-Graves* 63

AIR (*Injection de l'*). — Sur les causes immédiates de la mort qui survient à la suite de l'injection de l'air dans les veines, et sur un moyen à employer, dans le cas où l'introduction a eu lieu, pour empêcher que les premiers accidents ne deviennent mortels; par M. *Mercier* 1011

ALBUMINE. — M. *Lemaître* demande à reprendre un Mémoire intitulé : « De l'action des agents chimiques sur l'albumine dans le traitement des maladies » 466

ALCALIS VÉGÉTAUX. — Mémoire sur la Cinchovine, nouvel alcali organique extrait de l'écorce du *Cinchona ovata*; par M. *Manzini* 105

ALGUES. — Notice sur plusieurs genres nouveaux appartenant à la classe des Algues; par M. *Montaigne* 170

ALIÉNATION MENTALE. — Sur la demande de M. *Petit, de Maurienne*, on ouvre dans la séance du 16 août un paquet déposé en 1831 : la notice qui y est contenue est l'histoire d'un cas d'aliénation mentale traité par M. *Petit* et suivi de guérison .. 352

ALLANTOÏNE. — Mémoire sur un émétique arsenical, sur l'urée et sur l'allantoïne; par M. *Pelouze* 469

— Remarques de M. *Biot* à l'occasion de ce Mémoire 477

AMAUROSE. — Des effets de l'ammoniaque dans le traitement de l'amaurose; par M. *Ducros* 647

AMMONIAQUE. — Sur quelques circonstances nouvelles de la formation de l'ammoniaque; Mémoire de M. *Reiset* 154

Pages.

— Des effets de l'ammoniaque dans le traitement de l'amaurose; par M. *Ducros*..... 647
— Emploi de l'ammoniaque et du nitrate acide de mercure dans le traitement de certaines paralysies; par *le même*................ 684
AMYGDALES. — Nouvelle modification apportée aux instruments pour la résection des amygdales; par M. *Leroy d'Étiolles*..... 783
AMYLE.—Sur quelques composés de la série de l'amyle; Note de M. *Gaultier de Claubry*. 171
ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Mémoire sur l'emploi du nouveau calcul appelé calcul des limites, dans l'intégration d'un système d'équations différentielles; par M. *A. Cauchy*............................... 14
— Mémoire sur l'emploi du calcul des limites dans l'intégration des équations aux dérivées partielles; par *le même*.......... 25 et 44
— Note sur l'application du calcul des limites à l'intégration des équations différentielles de notre système planétaire; par *le même*. 59
— Sur la transformation de *Pfaff* relative aux fonctions différentielles linéaires contenant un nombre pair de variables; par M. *Binet*............................ 74
— Mémoire sur l'application du calcul des limites à l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles; par M. *Cauchy*.................................. 85
— Mémoire sur les intégrales des systèmes d'équations différentielles ou aux dérivées partielles, et sur les développements de ces intégrales en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes d'un paramètre que renferment les équations proposées; par *le même*.................. 101 et 141
— Note sur les substitutions qui abaissent le degré d'une équation entre deux variables, et sur l'emploi de ces substitutions dans la théorie des intégrales abéliennes; par *le même*............................ 102
— Note sur une démonstration très-simple d'un théorème qui comprend, comme cas particulier, le théorème fondamental sur lequel repose la théorie des constantes arbitraires; par *le même*.............. *Ibid.*
— Mémoire sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordres quelconques, et sur leur réduction à des systèmes d'équations linéaires du premier ordre; par *le même*............................ 131
— Note sur divers théorèmes relatifs au calcul des limites; par *le même*.............. 138
— Mémoire sur les variations des éléments du mouvement elliptique des planètes; par *le même*............................ 186
— Mémoire sur le calcul des limites appliqué de diverses manières à l'intégration des systèmes d'équations différentielles; par *le même*......................... 188
— Note sur une loi de réciprocité qui existe entre deux systèmes de valeurs de variables assujetties à vérifier des équations différentielles du premier ordre, et sur un théorème relatif à ces mêmes équations; par *le même*............................ 200
— Sur un nouveau principe général de mécanique analytique; par M. *Jacobi*........ 202
— Sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps; par M. *Jacobi*.... 236
— Théorie nouvelle des mouvements planétaires, ou application du calcul des résidus à l'astronomie; Mémoire de M. *Cauchy*. 255
— Mémoire sur l'emploi des fonctions discontinues, dans l'analyse, pour la recherche des formules générales; par M. *Libri*.... 401
— Remarques à l'occasion de cette communication; par M. *Cauchy*................ 410
— Réponse de M. *Libri* à ces remarques..... 411
— Note sur une formule qui sert à développer, suivant les puissances entières d'un accroissement attribué au cosinus d'un arc, les accroissements correspondants que prennent les cosinus des multiples de cet arc; par M. *Cauchy*............... 411
— Note sur le calcul des phénomènes que présente la lumière réfléchie ou réfractée par la surface d'un corps transparent ou opaque; par *le même*.................. 418
— Remarques relatives au théorème de M. *Maurice* sur l'invariabilité des grands axes des planètes; Lettre de M. *Liouville* à M. *Arago*.......................... 425
— Décomposition de la fonction perturbatrice en produits des facteurs dont chacun se rapporte à une seule planète; par M. *Cauchy*................................ 478
— Nouvelle Note relative à une question d'analyse mathématique; par M. *Walsh*.... 1218
ANÉMOMÈTRES. — M. *Ducis* présente un anémomètre portatif.......................... 466
ANÉVRISMES. — Entozoaires trouvés dans un sac anévrismal du tronc cœliaque chez le cheval; Note de M. *Gruby*............ 71
ANIMALCULES. — Considérations ayant pour objet d'attribuer l'apparition des pustules varioliques à l'action de certains animalcules; Mémoire de M. *Seigneurgens*...... 30
— Remarques de M. *Serres* à l'occasion de ces conjectures........................ *Ibid.*
ANIS (*Essence d'*). — Nouvelles recherches sur ce corps; par M. *Cahours*............. 804
ANISOLE. — Note sur les acides draconique, nitro-draconique et sur l'anisole; par M. *A. Laurent*...................... 953
ANNEAU DE SATURNE. — Observations faites à

Pages.

l'Observatoire de Paris sur l'anneau de Saturne. Anciennes observations de Picard sur l'excentrité de l'anneau; communication de M. *Arago*.................. 639

Anus artificiel. — De la possibilité d'établir une ouverture artificielle sur les intestins colons lombaires, sans ouvrir le péritoine, même chez les enfants imperforés; Mémoire de M. *Amussat*................. 28

Aphthes. — Mémoire sur les aphthes du col de l'utérus; par M. *Conté de Lévignac*...... 596

Appareils divers. — M. *Carville* reçoit le prix de Mécanique, fondation Montyon, pour sa machine à fabriquer les briques (concours de 1841)......................... 38

— Note sur un nouveau moteur; par M. *Coiffé*. 119

— Nouvel appareil pour faire le vide; Note de M. *Cavarra*........................ 175

— Modèle et description d'un dispositif qui permet de dételer instantanément les chevaux d'une voiture au milieu de sa course; par M. *Liechty*...................... 684

— Rapport sur des hélices destinées à l'impulsion des bateaux à vapeur, présentées par M. *Sauvage*; rapporteur M. *Séguier*...... 730

— M. *Figuier* soumet au jugement de l'Académie un appareil qu'il croit propre à donner une idée du mouvement des corps célestes............................. 778

— M. *Virey* annonce l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie un appareil qu'il a imaginé pour puiser l'eau des puits profonds............... 784

— Sur un appareil destiné à permettre de séjourner longtemps sous l'eau; Note de M. *Payerne*.......................... 1119

— Appareil destiné à avertir des dangers auxquels peuvent exposer les mélanges détonants qui se répandent dans certaines galeries de mines. Voir au mot *Gazoscope*.

— Note sur un appareil destiné à condenser la vapeur qui s'échappe des machines à vapeur; par M. *Barruel*............... *Ibid.*

Armes. — M. *Devismes* soumet au jugement de l'Académie un fusil à chambres tournantes sans batterie extérieure......... 646

— M. de *Spoueck*, officier de cavalerie, M. *Prélat* et dix autres arquebusiers de Paris, collectivement, adressent des réclamations à l'occasion de cette présentation................................ 685

— Réponse à ces réclamations; par M. *Devismes*..............................

— M. *Martin* présente des armes de guerre et de chasse dans lesquelles les capsules fulminantes viennent successivement se présenter à un amorçoir qui les place sur le tonnerre au moment où l'on arme.... 1198

Arsenic. — Mémoire sur un émétique arsenical, sur l'urée et l'allantoïne; par M. *Pelouze*. 469

— Remarques de M. *Biot* à l'occasion de ce Mémoire.............................. 477

Artillerie. — M. *Piobert*, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de son *Cours d'artillerie*, donne une idée du plan de cet ouvrage et des circonstances dans lesquelles il a été publié................ 279

Asphyxie. — Sur les causes immédiates de la mort qui survient à la suite de l'injection de l'air dans les veines, et sur un moyen à employer dans le cas où l'introduction a eu lieu, pour empêcher que les premiers accidents ne deviennent mortels; Note de M. *Mercier*......................... 1011

Association italienne des sciences. — La quatrième réunion de cette association aura lieu à Padoue, du 15 au 29 septembre... 295

Asthme. — Sur un nouveau mode de traitement de l'asthme nerveux; par M. *Ducros*. 598

Astronomie. — De l'invariabilité des grands axes et des moyens mouvements des planètes, en tenant compte de tous les ordres de forces perturbatrices; par M. *Maurice*. 328

— Remarques à l'occasion de cette communication; Lettre de M. *Liouville* à M. *Arago*. 425

— Remarques de M. *Maurice* sur la Lettre de M. *Liouville*......................... 598

— Remarques à l'occasion du Mémoire de M. *Maurice*; par M. *Wantzel*........... 732

— Nouvelle Note de M. *Maurice* sur la même question............................. 853

— Additions à l'Astronomie nautique; Mémoire de M. *de Littrow*................ 433

— Note sur des observations de Saturne faites à l'Observatoire romain; Note de M. *de Vico*.............................. 746

— Remarques sur cette Note; par M. *Arago*.. 750

— Voir aussi au mot *Mécanique céleste*.

Atmosphère. — Lettre concernant l'atmosphère lunaire; par M. *Dulièvre*.............. 1017

Atmosphérique (Pression). — Sur la différence de pression atmosphérique à la surface des mers; par M. *Erman*.............. 214

Azote. — Observations sur le procédé analytique proposé par MM. *Warrentrapp* et *Will* pour la détermination de l'azote dans les substances organiques, et sur quelques circonstances nouvelles de la formation de l'ammoniaque; Mémoire de M. *Reiset*........................... 154

— Mémoire sur les matières azotées neutres de l'organisation; par MM. *Dumas* et *Cahours*............................. 976

B

Pages.

Bagasses. — Note sur la composition des bagasses et sur les meilleurs moyens pour les utiliser; par M. *Barruel*........... 283

Barrages mobiles pour les rivières. — M. *Thenard*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, fait connaître les résultats favorables qu'il a obtenus d'expériences entreprises sur une grande échelle, relativement à son système de barrage mobile. 1198

Bateaux a vapeur. — M. *de Jouffroy* adresse le procès-verbal du premier essai fait à la mer, avec une goëlette à vapeur dont l'appareil locomoteur est disposé suivant le système qu'il a soumis au jugement de l'Académie.......................... 568

— M. *Sauvage* prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires en présence desquels il exécutera des essais comparatifs avec des hélices de formes variées, employées, au lieu de roues à aubes, pour la propulsion des bateaux à vapeur. 647

— Rapport sur ces moteurs................ 730

— Sur la mesure du travail des machines marines, et sur la résistance des coques de bateaux à vapeur; par M. *Colladon*... 890

Betteraves (*Sucre de*). Voyez au mot *Sucre*.

Bile. — Considérations sur le mécanisme du cours de la bile dans les canaux biliaires; par M. *Amussat*...................... 641

Bioxyde d'hydrogène. — Note sur un nouvel emploi du bioxyde d'hydrogène; par M. *de Sondalo*......................... 647

Blé. — M. *François* écrit relativement à un moyen qu'il a imaginé pour la conservation du blé.......................... 956

Blessures. — Examen physiologique et pathologique des blessures faites par les armes blanches et les armes à feu; Mémoire de M. *Duvivier*.......................... 597

Bonnefa. — M. *Guyon* adresse des échantillons d'une plante désignée sous ce nom par les Arabes de l'Algérie qui l'emploient comme purgatif...................... 689

Botanique. — M. *Auguste de Saint-Hilaire* présente, au nom de M. *Naudin*, des « Études sur la végétation des Solanées, la disposition de leurs feuilles et leurs inflorescences »; et, au nom de M. *Payer*, des « Études morphologiques sur les inflorescences dites anomales »............... 71

— Rapport sur ces deux Mémoires........ 147

— Recherches sur les températures végétales; par M. *Rameaux*..................... 73

Bougies. — MM. *Flandin* et *Danger* écrivent qu'ayant examiné la composition des bougies de l'Étoile pour s'assurer si, comme on l'avait annoncé, il existait de l'arsenic dans la préparation des mèches, ils n'ont pu y découvrir aucune trace de ce métal. 1217

Briques. — M. *de Humboldt* présente, au nom de M. *Ehrenberg*, des briques faites avec la terre à infusoires de Berlin, briques d'une extrême légèreté, et qui, lorsque leur surface est enduite d'une couche imperméable, peuvent flotter sur l'eau..... 649

Bronze. — Sur la précipitation du bronze au moyen des procédés galvanoplastiques; Lettre de M. *de Ruolz*................. 280

Bulletins bibliographiques. — 40, 83, 129, 179, 232, 297, 354, 397, 467, 520, 570, 602, 654, 691, 755, 786, 810, 858, 901, 933, 957, 1019, 1072, 1122......... et 1220

C

Caduque (Membrane). Voir à *Embryogénie*.

Cagots. — Note sur les cagots des Pyrénées; par M. *Guyon*...................... 515

Calorifères. — Addition à de précédentes communications sur les inconvénients du chauffage par les calorifères; par M. *Goutt*. 685

Campagnols. — Sur une nouvelle espèce de Campagnol qui vit sur le Faulhorn, au-dessus du niveau des neiges perpétuelles; par M. *Martins*...................... 805

Cancer. — Sur le traitement des tumeurs du sein; par M. *Tanchou*........... 926 et 1011

— M. *Bauvoisin* adresse, sous enveloppe cachetée, des recherches sur le cancer..... 1219

Candidatures. — M. *Andral* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double*. 33

— De semblables demandes sont adressées : par M. *Bourgery*..................... *Ibid.*

— Par MM. *Faurcault*, *Guérin* (Jules), *Bayer* et *Ribes* père.................. 74

— Par M. *Poiseuille*.................... 126

Pages.

— Par M. *Piorry* 176
— Par M. *Cruveilhier* 225
— Par M. *Guibert* 514
— Par M. *Leymerie* 736
— Par M. *Castel* 930
— M. *Fèvre* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour une place d'académicien libre vacante par suite de la mort de M. *Pelletier* 225
— M. *Vallée* adresse une semblable demande. 343
— M. *Bégin* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Larrey* 736
— De semblables demandes sont adressées par M. *Lisfranc* 948
— Par MM. *Jobert*, de Lamballe, et *Amussat*. 1011
— Par M. *Fournier de Lempdes* 1216

Carboléine. — M. *Weschniakoff* annonce qu'il vient d'établir dans Paris une fabrique du nouveau combustible qu'il désigne sous le nom de carboléine, et sur lequel il a déjà appelé le jugement de l'Académie 894

Carbonate. — Analyse des carbonates ammoniacaux de zinc et de magnésie; par M. *Favre* 683

Cartes géographiques. — M. *Vizer* adresse une carte du diocèse de Veszprim, en Hongrie. 931

Céphalotribe. — Description et figure d'un nouveau céphalotribe; par M. *Finizio* ... 1197

Chaleur. — Sur la détermination exacte de la conductibilité des corps pour la chaleur; Note de M. *Sellier* 508
— Nouveaux faits à ajouter à la théorie de la chaleur considérée dans l'évaporation; par M. *Paret* 1197

Champignons. — M^me^ veuve *Chevallier* adresse le premier volume d'un ouvrage sur les champignons commencé par son mari ... 38

Chardon-Bénit. — Sur la matière amère du chardon-bénit; par M. *Scribe* 802

Charpie. — M. *Gagnage* adresse un échantillon de charpie obtenue directement de fils qui n'avaient point fait partie d'un tissu. 1199

Chemins. — Sur les chemins en pierres artificielles pour la locomotion par la vapeur; par M. *Thomassin* 557

Chemins de fer. — Communications relatives aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer; adressées par MM. *Chassang*, *Groos* et *Korilski* 32
— Addition à une Note précédente sur un système de freins destinés à être appliqués aux waggons des chemins de fer; par M. *Thenard*, ingénieur en chef des ponts et chaussées 69
— Supplément à une précédente communication relative aux moyens propres à diminuer les dangers des chemins de fer; par M. *Leroy d'Étiolles* 284
— M. *Guernier* écrit relativement à une Note sur le même sujet qu'il avait adressée à l'Administration et qu'il supposait avoir été renvoyée à l'examen de l'Académie ... 296
— Moyens destinés à diminuer les dangers des chemins de fer; proposés par MM. *Franchot*, *Bloch*, *Pedrotti* et *Grenier*. 509 et 512
— L'Académie reçoit trois nouvelles communications relatives à des moyens regardés par les auteurs comme propres à diminuer les dangers des chemins de fer, communications adressées par MM. *Huau*, *Chambart* et *Pascal* 559
— M. *Peter Suhr* écrit de Hambourg relativement à la fréquence avec laquelle, suivant lui, les rails des chemins de fer seraient frappés de la foudre 568
— Sur des moyens destinés à diminuer les dangers des chemins de fer; Note de M. *Gachelin* 648
— M. *Lambert* adresse une réclamation de priorité relative à une certaine disposition de freins agissant sur les waggons des chemins de fer au moment où la locomotive s'arrête 648
— Note sur une modification à apporter aux rails des chemins de fer, pour empêcher les waggons de sortir de la voie; par M. *Carrand* 796
— Note sur une nouvelle forme de roues destinées principalement aux waggons des chemins de fer; par M. *Rosselet* .... *Ibid.*
— Communication relative aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer; par M. *Fardet* 1199
— Communication relative au même sujet, par un anonyme .... *Ibid.*

Chlore. — Mémoire sur une nouvelle combinaison de chlore et d'oxygène; par M. *Millon* 584

Chlorométrie. — Mémoire sur un nouveau procédé de chlorométrie; par M. *Lassaigne* .. 503

Chlorophylle. — Recherches sur la formation et les fonctions de la chlorophylle; par M. *Rossignon* 225

Cinchovine. — Nouvel alcali obtenu de l'écorce du *Cinchona ovata*; Mémoire de M. *Manzini* 105

Clarification. — Appareil pour la clarification de l'eau; par M. *Lentaigne* 684

Classifications. — Note sur le principe mathématique des classifications; par M. *Gaubert* 461

Comètes. — M. *Arago* annonce l'apparition

Pages.

d'une nouvelle comète découverte par M. *Laugier*, le 28 octobre.............. 816

— Nouvelles observations de la comète du 28 octobre. Les éléments de cet astre paraissent concorder avec ceux d'une comète observée en Chine en 1301 ; Note de M. *Laugier*.......................... 895

— Note sur la comète observée en Chine en 1301, extraite de la grande collection des historiens de la Chine ; par MM. *Stanislas Julien* et *Ed. Biot*.................... 929

— Communication de M. *Arago* relative aux éléments paraboliques de la comète découverte par M. *Laugier* le 28 octobre, d'après une Lettre de M. *Schumacher* et une autre de M. *Valz*................. 948

— Note sur la première comète de 1301; par M. *Laugier*......................... 949

— Observations de la même comète mentionnées dans les livres chinois; Note de MM. *Stanislas Julien* et *Edouard Biot*.... 951

— De l'influence des comètes sur les productions terrestres; Note de M. *Salomon*.... 1017

— Sur la comète de M. *Laugier* (comète du 28 octobre); Lettre de M. *Valz*......... 1115

Commissions des prix. — L'Académie désigne par voie de scrutin les Commissions suivantes pour l'examen des pièces adressées aux différents concours :

— Pour le prix concernant les *Arts insalubres*, MM. *Dumas, Thenard, Pelouze, Payen* et *d'Arcet*............................ 1096

— Pour le prix de *Mécanique*, MM. *Poncelet, Coriolis, Piobert, Dupin, Séguier* ...... *Ibid.*

— Pour le prix de *Statistique*, MM. *Dupin, Mathieu, Pouillet, de Gasparin, Francœur. Ibid.*

— Pour les *prix de Médecine et de Chirurgie*, fondation Montyon, MM. *Breschet, Serres, Duméril, Magendie, Roux, de Blainville, Pariset, Flourens, Dumas*......... 1186

Commissions modifiées. — M. *Roux* est nommé membre de la Commission du prix de vaccine, en remplacement de feu M. *Double*................................ 947

— M. *Milne Edwards* est désigné pour faire partie de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyé un Mémoire de M. *de Castelnau*...................... 1007

— M. *Payen* est nommé, en remplacement de feu M. *Double*, membre d'une Commission chargée de l'examen d'un Mémoire de M. *Petit*, de Maurienne, sur les habitations considérées sous le rapport hygiénique.................................. 1096

— M. *Duméril* est nommé, en remplacement de M. *Larrey*, membre d'une Commission chargée de l'examen de diverses Notes de M. *Guillon*, concernant des questions chirurgicales................................ 1096

Commissions spéciales. — Sur la demande de M. le ministre de l'Instruction publique, l'Académie charge une Commission désignée *ad hoc* de lui faire un Rapport sur l'utilité de confier à M. *de Castelnau*, pour un voyage scientifique qu'il projette, des instruments de physique et de météorologie. Commissaires, MM. *Arago, Mathieu, Babinet*.............................. 284

— L'Académie, sur l'invitation de M. le Ministre de la Guerre, et conformément à l'ordonnance du 30 octobre 1832 concernant l'organisation de l'École Polytechnique, désigne, par voie de scrutin, trois de ses membres qui feront partie du Conseil de perfectionnement de cette école, pendant l'année scolaire 1842-1843. MM. *Arago, Poinsot* et *Thenard* réunissent la majorité des suffrages 947

Conductibilité. — Sur la détermination exacte de la conductibilité des corps pour la chaleur; Note de M. *Sellier*............... 508

Cornée. — Note de M. *Feldmann* sur des expériences qu'il a faites en commun avec M. *Davis*, concernant la transplantation de la cornée transparente d'un œil à un autre................. .... 851 et 1111

Coton. — Emploi des tissus de coton dans la voilure des navires. Voir au mot *Navigation*.

Cristallines (Formes). — Sur les rapports qui existent entre la constitution des corps et leurs formes cristallines; sur l'isomorphisme et l'hémimorphisme; Note de M. *A. Laurent*........................... 350

Crustacés décapodes. — Sur les métamorphoses d'un Crustacé de la tribu des Salicoques, trouvé dans le canal du Midi; Note de M. *Joly*............................ 36

— Études sur les mœurs, le développement et les métamorphoses d'une petite salicoque d'eau douce (*Caridina Desmarestii*); par M. *Joly*............................ 595

Cryptogames. — Sur un nouveau cryptogame qui se développe dans la racine des poils de la barbe et constitue une espèce de mentagre contagieuse; par M. *Gruby*.... 512

Cuirasses. — Rapport sur une cuirasse en feutre de lin soumise au jugement de l'Académie par M. *Papadopoulo Vreto*............. 103

— M. *Papadopoulo Vreto* transmet copie des remarques critiques insérées dans un journal de Corfou sur le Rapport fait à l'Académie concernant la résistance qu'offrent aux balles les cuirasses en feutre........ 517

Culées des ponts suspendus. — Sur un nouveau système de construction pour les culées des ponts suspendus sans puits d'amarre, avec

Pages.
câbles sans fin; par M. *Hugon*.......... 514
Cycloconus Catulli. — Description et figure du *Cycloconus Catulli*; par M. *d'Hombres-Firmas*.......... 1216

D

Daguerréotype. — M. *Arago* met sous les yeux de l'Académie des épreuves daguerriennes coloriées après coup par M. *Lechi*....... 752
Décès. — M. *le Président* annonce, dans la séance du 25 juillet, le décès de M. *Pelletier*, survenu le 19 du même mois........ 131
— M. *Roux* annonce la perte que vient de faire l'Académie dans la personne de M. *Larrey*, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé à Lyon, le 25 juillet. 181
— M. *le Président* annonce le décès de M. *de Freycinet*, membre de la Section de Géographie et de Navigation, décédé le 18 août. 399
— M. *le Président* annonce la perte que l'Académie vient de faire dans la personne de M. *de Morel-Vindé*, membre de la Section d'Économie rurale, décédé le 19 décembre 1842.......... 1165
— M. *Quetelet* annonce la mort de M. *Van-Mons*, correspondant de l'Académie pour la Section de Chimie.......... 560
— M. *le Président* annonce la mort de M. *Ivory*, correspondant de l'Académie pour la Section de Géométrie.......... 917
Dents. — Sur les dents des Musaraignes considérées dans leur composition et leur structure intime, leurs rapports avec les mâchoires, leur développement et leur succession; par M. *Duvernoy*.......... 270, 304, 483 et 1000
— Remarques de M. *Serres* à l'occasion de première communication de M. *Duvernoy*. 278
— Sur la structure intime des dents; par M. *Nasmyth*.......... 678
— Sur la structure microscopique des dents; par M. *Retzius*.......... 774
— Remarques de M. *Serres* sur cette communication.......... *Ibid.*
— Rapport sur un Mémoire de M. *Nasmyth* intitulé: «Recherches microscopiques sur la structure celluleuse des dents et de leur bulbe;» rapporteur M. *Serres*.......... 1055
Diffraction. — Mémoire sur les phénomènes des ombres et de la diffraction; par M. *A. Cauchy*.......... 605
Dilatation. — Sur la dilatation de l'air et du mercure; extrait d'une Lettre de M. *Magnus* à M. *Pelouze*.......... 389
— Observation de M. *Regnault* à l'occasion de cette communication.......... 391
Drilus. — Observations sur une nouvelle espèce du genre *Drilus*; par M. *Lucas*...... 1187

E

Eau. — Mémoire sur les combinaisons de l'eau et des hydracides; par M. *Bineau*....... 775
— Expériences sur les effets de l'eau hémostatique; par M. *Bonnafont*.......... 1017
Éclairs. — Sur la forme de quelques éclairs; Note de M. *Fournet*.......... 291
Éclipses. — Observations sur la variation de hauteur des deux points neutres de l'atmosphère pendant l'éclipse du 8 juillet; par M. *Babinet*.......... 43
— M. *Delessert* adresse l'extrait d'une Lettre de M. *Delille*, relative à quelques observations faites à Montpellier pendant l'éclipse de soleil du 8 juillet.......... 80
— Observation de la fin de l'éclipse du 8 juillet, faite à la Chapelle, près Dieppe; par M. *Nell de Bréauté*.......... 125
— M. *de Grégory* adresse des extraits de divers journaux italiens relatifs aux observations de l'éclipse du 8 juillet, faites à Bologne, Florence, Gênes, Vérone, Turin et Chambéry.......... 230
— M. *Arago* annonce qu'il fera dans une prochaine séance une communication relative à l'éclipse solaire du 8 juillet...... 236
— Communications faites relativement à cette éclipse, par M. *Arago*, dans les séances du 22 et du 29 août...... 396 et 465
— M. *Arago* annonce qu'il a reçu de nouvelles communications relatives à l'éclipse du 8 juillet, mais que les divergences qui se montrent entre les observations faites non-seulement en des lieux assez éloignés, mais encore dans des localités très-voisines l'une de l'autre, et même dans une seule ville, ne permettent pas qu'on présente en ce moment un tableau d'ensemble des phénomènes observés.......... 559

Pages.

— M. *Gailhard* adresse une Note relative aux éclipses en général 568
— M. *Arago* communique des extraits d'une Lettre de M. *Biela*, et d'une Lettre de M. *Auguste*, de Berlin, relatives à l'observation de l'éclipse solaire du 8 juillet.... 649
— Sur l'éclipse du 8 juillet; Lettre de M. *Schumacher* 752
— M. *Arago* fait connaître à l'Académie, d'après M. *Schumacher*, les principaux résultats des observations faites par les astronomes russes, relativement à l'éclipse totale du 8 juillet. 797
ÉCLIPTIQUE (*Obliquité de l'*).— Rapport sur deux Mémoires, l'un de M. *Eugène Bouvard*, l'autre de M. *Victor Mauvais*, concernant l'obliquité de l'écliptique; rapporteur M. *Arago* 944
ECTROTIQUE (MÉTHODE).—De ses résultats dans le traitement de la variole; Note de M. *Serres*. 30
ÉLASTICITÉ. — Recherches sur l'élasticité et la ténacité des métaux; par M. *Wertheim*.. 110
ÉLECTRICITÉ. — M. *Dumas* donne communication de quelques expériences de M. *Matteucci*, relatives à l'électricité animale, expériences dont une se trouvait déjà indiquée dans un paquet cacheté déposé le 28 février 797
— Lettres à l'occasion des nouvelles expériences de M. *Matteucci* sur l'électricité animale; par M. *Leroy d'Étiolles*........ 1012
— Sur quelques cas d'empoisonnement arrêtés ou retardés chez certains animaux par l'action de la machine électrique; par M. *Ducros* 1198
ÉLECTROTYPIE. Voir à *Galvanoplastique*.
ÉLEUTHÉRIE.—Mémoire sur l'Éleuthérie dichotome; par M. *de Quatrefages* 168
ÉLOGES. — M. *Flourens* lit l'éloge historique de M. *de Candolle* (séance du 19 décembre). 1163
EMBAUMEMENTS. — Instruments pour l'embaumement des corps; par M. *Cornay* 926
— M. *Marchal*, de Calvi, prie l'Académie de vouloir bien lui accorder prochainement la parole pour la lecture d'un Mémoire relatif aux embaumements............. 1017
— M. *Cornay* annonce l'envoi prochain d'un nouveau Mémoire relatif à ses recherches sur l'embaumement 1119
EMBRYOGÉNIE. — Sur la formation de la caduque dans l'œuf humain; Lettres et Mémoires de M. *Coste* .... 37, 59, 162 et 224
— Sur le mode de formation, la disposition et l'organisation de la caduque; Lettres de M. *Lesauvage* .... 126, 174 et 326
— Lettre sur la caduque à l'occasion des communications de M. *Coste* et de M. *Lesauvage*; par M. *Martin Saint-Ange* 294

Pages

— Sur les maladies particulières à la membrane caduque; par M. *Devilliers* 647
ENCRES DE SURETÉ. — Nouvelle encre de Chine présentée par M. *Macle* comme particulièrement propre à la préparation des encres indélébiles 327
— M. *Sauvage* adresse, comme pièce à consulter, pour la Commission des encres et papiers de sûreté, un opuscule qu'il a publié en Angleterre, sur la composition des encres d'imprimerie 652
ENGRAIS.—Deuxième Mémoire sur les engrais; par MM. *Payen* et *Boussingault* 657
ENTOZOAIRES. — Sur les entozoaires de la grenouille, et sur quelques autres points de la pathologie de ce batracien; Note de M. *Gruby* .... 33 et 71
ÉPIDÉMIQUES (MALADIES). — M. *Leymerie* écrit relativement à de précédentes communications qu'il a faites sur les avantages que l'on peut tirer, des données fournies par la météorologie et par la physique en général, pour la connaissance et le traitement des maladies, principalement de celles qui règnent épidémiquement 82
ESSIEUX. — Supplément à un précédent Mémoire sur l'emploi des essieux brisés; par M. *Taverna* 284
— Mémoire sur un essieu de garde pour la rupture des essieux des machines locomotives; par M. *Chuard* 1198
ÉTHAL. — Sur les produits de l'action réciproque de l'éthal et du sulfure de carbone; par MM. *de la Provostaye* et *Desains* 592
ÉTOILES. — M. *Arago* communique une Lettre dans laquelle M. *Schumacher* annonce que M. *Argelander* a découvert un mouvement propre annuel de $+5'',26$ en ascension droite et de $-5'',75$ en déclinaison dans une étoile située par $175^{\circ}\,56'\,1''$ d'ascension droite et $38^{\circ}\,52'\,0''$ de déclinaison boréale. 1219
ÉTOILES FILANTES. — M. *Arago* communique des observations de MM. *Littrow*, *L. Bohard*, *Simmonel*, *Laugier*, *V. Mauvais*, *E. Bouvard* et *Petit*, relatives aux étoiles filantes périodiques du mois d'août 452
— Observations des étoiles filantes à Lyon; par M. *Fournet* 650
— M. *Coulvier-Gravier* adresse une nouvelle série d'observations sur la direction générale des étoiles filantes dans les différentes nuits, considérée comme indice des changements de temps 754
— M. *Arago* annonce que, d'après les observations faites à Paris par MM. *Laugier* et *Bouvard*, et celles qu'a faites à Reims M. *Coulvier-Gravier*, il paraît que la nuit du 12 au 13 novembre n'a pas été marquée

Pages.

par une apparition extraordinaire d'étoiles filantes 930
— Sur les étoiles filantes du mois de novembre. — Retard dans l'apparition de ce phénomène; Note de M. *Gaudin*........... 1116
— Sur le même météore; par M. *Colla*...... *Ibid.*
Excrétions végétales. — Note sur quelques-unes de ces excrétions; par M. *Rossignon*. 225

F

Feutre. — Rapport sur une cuirasse en feutre de lin soumise au jugement de l'Académie, par M. *Papadopoulo Vreto*............. 103
Fièvres. — De la périodicité des fièvres intermittentes; Mémoire de M. *Audouard*. .... 167 et 216
— M. *Piorry* annonce l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie des recherches sur les fièvres intermittentes, et communique d'avance trois des principaux résultats auxquels il est arrivé.............................. 1016
Floride. — Rapport sur un travail de M. *Francis de Castelnau*, relatif à la Floride du milieu, et spécialement à l'histoire naturelle de cette contrée; rapporteur M. *Is. Geoffroy-Saint-Hilaire*.................... 1045
Force épipolique. — Addition au Mémoire intitulé : « Observations relatives à l'action motrice exercée sur la surface de plusieurs liquides, tant par le contact de la vapeur de certaines substances que par le contact immédiat de ces mêmes substances »; par M. *Dutrochet*........................ 25
— Nouvelles observations concernant les effets des forces épipoliques; Note de M. *Doyère*. 176
Forces centrales. — Nouvelle Note sur les forces centrales; par M. *Passot*.. 683 et 809
— Addition à une nouvelle Note sur les forces centrales, présentée dans la séance du 3 octobre; par M. *Passot*.............. 777
— Rapport sur une Note de M. *Passot* relative aux forces centrales; par M. *Cauchy*. 917
— Remarques de M. *Passot* à l'occasion de ce Rapport............................ 1113
Fossiles (Coquilles). — Sur les fossiles de la Colombie, recueillis par M. *Boussingault*; Mémoire de M. *d'Orbigny*.............. 588
— M. *d'Hombres-Firmas* adresse la description d'un fossile découvert près de Padoue... 1216
Fossiles (Ossements). — M. *Bouros* écrit relativement à un gisement d'os fossiles découvert récemment dans une colline voisine d'Athènes....................... 230
— Mémoire sur les os anciens et fossiles, et sur d'autres résidus solides de la putréfaction; par MM. *Girardin* et *Preisser*... 721
— M. *Causse* écrit relativement à une défense fossile d'éléphant trouvée à Rivière, département du Tarn.................... 809
Foudre. — M. *Peter Suhr* écrit de Hambourg relativement à la fréquence avec laquelle, suivant lui, les rails des chemins de fer seraient frappés de la foudre........... 568
Fromageries. — Sur les fromageries communes récemment établies en Suisse, et sur les avantages que des établissements semblables pourraient procurer à la France; par M. *de Romanet*........ 790
— Remarques à l'occasion de cette communication; par M. *Dumas*............... 792
— Sur la date de l'établissement des fromageries par association en Suisse et puis en France; par M. *Thiébaut de Berneaud*. 893
Fructification. — Rapport sur un Mémoire de M. *Pallas* relatif à l'influence de la fructification sur les phénomènes nutritifs de certains végétaux; rapporteur M. *Biot*. 426
Fusils. — M. *Ph. Mathieu* présente des fusils à chambres tournantes dans lesquels, après chaque coup, une nouvelle charge vient d'elle-même se présenter au canon, et le chien s'arme de lui-même.............. 557
— M. *Devismes* soumet au jugement de l'Académie un fusil à chambres tournantes, sans batterie extérieure................ 646
— M. *Spoueck*, officier de cavalerie, M. *Prélat*, arquebusier, et dix autres arquebusiers de Paris collectivement, adressent des remarques relativement à la présentation faite par M. *Devismes*, dans la séance précédente, d'un fusil construit par lui. Ces lettres ont pour objet de prouver que M. Devismes ne peut se donner pour l'inventeur de ce système................. 685
— M. *Devismes* envoie une Note en réponse à ces réclamations.................... 735
— M. *Martin* présente des fusils dans lesquels les capsules fulminantes viennent se présenter successivement à un amorçoir qui les place sur le tonnerre au moment où l'on arme............................. 1198

G

Pages.

GALVANOPLASTIQUE. — Emploi des procédés galvanoplastiques pour la fabrication du plaqué d'argent; Note de M. *Becquerel* à l'occasion de produits obtenus par M. *Belfied-Lefèvre* 32
— Sur les moyens par lesquels on peut obtenir la précipitation du bronze dans les opérations galvanoplastiques; Lettre de M. *de Ruolz* 280
— Réclamation de M. *Becquerel* à l'occasion de cette Note 433
— M. *Soyer* annonce qu'il est parvenu à faire, par les procédés galvanoplastiques, des statues en bronze de grande dimension.. 464
— M. *de Ruolz* met sous les yeux de l'Académie des objets sur lesquels il a fait déposer des couches de plomb, d'étain ou de bronze, au moyen des procédés galvanoplastiques. 466
— Note sur l'électrotypie ou galvanoplastique, et sur quelques faits qui s'y rattachent; par M. *Boquillon* 507
— M. *Boquillon* présente deux épreuves en creux d'une planche gravée obtenue par les procédés galvanoplastiques, d'une seule contre-épreuve en relief contre-épreuve qui avait été elle-même moulée sur la planche originale au moyen d'une opération toute semblable 508
— Sur les moyens de conserver les cadavres, préalablement embaumés, sous des enveloppes métalliques qui en conservent exactement la figure, enveloppes que l'on obtient au moyen des procédés galvanoplastiques; Note de M. *Cornay* 678
— M. *Gannal* met sous les yeux de l'Académie deux têtes de bélier préparées par son procédé, et dont l'une a été ensuite recouverte d'une couche de cuivre par M. *Soyer*, au moyen de la galvanoplastique 685
— M. *Soyer* écrit qu'il a, longtemps avant M. Cornay, imaginé d'employer les procédés galvanoplastiques à la conservation des substances animales, et que, bien que ses essais eussent complétement réussi, il n'a pas cru que cette méthode dût être employée, soit isolément, soit avec un mode d'embaumement quelconque, pour la conservation des cadavres humains... 784
— M. *Cornay* répond, à l'occasion de cette réclamation, qu'il n'a jamais prétendu revendiquer l'idée de conserver des substances animales au moyen de la galvanoplastique; que l'application qu'il propose a pour but, non la conservation des cadavres, mais la fabrication d'un cercueil qui reproduise les traits et les formes extérieures de la personne morte 856

Pages.

GAZOSCOPE. — M. *Chuard* annonce avoir fait subir à son gazoscope les modifications qui lui ont été suggérées par la Commission chargée de l'examen de cet appareil dont l'objet est d'avertir de la présence de l'hydrogène carboné dans une enceinte, avant qu'il se soit mêlé à l'air atmosphérique en proportion suffisante pour amener une détonation 806
— Nouvelle Note de M. *Chuard* sur cet appareil, et discussion des circonstances de l'explosion de Ferminy, faite dans le but de prouver que l'emploi du gazoscope eût pu donner les moyens de prévenir l'accident. 1119
— M. *Chastelus* écrit pour prier l'Académie de hâter le Rapport de la Commission chargée de l'examen de l'appareil de M. Chuard.. 1218
GÉODÉSIE. — Sur la stabilité de l'équilibre des mers; par M. *Liouville* 903
GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — De la distribution des grands végétaux le long des côtes de la Scandinavie et sur le versant septentrional de la Grimsel, en Suisse; par M. *Martins*. 560
GÉOGRAPHIQUES (CARTES). Voir au mot *Cartes*.
GÉOLOGIE. — Rapport sur un Mémoire de M. *Burat*, intitulé : « Description géologique du bassin houiller de Saône-et-Loire »; rapporteur M. *Dufrénoy* 205
— Mémoire sur le système silurien de l'Amérique septentrionale; par M. *de Castelnau*. 327
— Sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain; par M. *Itier*. Rapport sur ce Mémoire, par M. *Élie de Beaumont* 366
— Observations recueillies dans une ascension sur le Schreckhorn; Lettre de M. *Desor* à M. *Élie de Beaumont* 461
— Ascension au pic de Néthou (Pyrénées); par M. *de Tchihatcheff* 465
— Coup d'œil sur les grands faits géologiques dont l'Amérique méridionale a été le théâtre; par M. *A. d'Orbigny* 771
— Rapport sur un Mémoire de M. *A. Bravais* relatif aux lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark; rapporteur M. *Élie de Beaumont* 817
GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — M. *Marie* prie l'Académie de vouloir bien lui accorder prochainement la parole pour la lecture d'un Mémoire qui fait suite à celui qu'il a précédemment communiqué, concernant

Pages.

l'interprétation des solutions imaginaires en géométrie.......................... 1017
Gestation. Voir au mot *Embryogénie.*
Glace. — Sur la glace du fond des rivières; par M. *Maille*.............................. 433
Glaciers. — Observations sur les glaciers; par M. *Agassiz*.......................... 284
— Lettre de M. *Agassiz* à M. Arago sur les glaciers.............................. 435
— M. *de Humboldt* communique un Mémoire de M. Agassiz contenant de nouveaux résultats des observations faites sur le glacier de l'Aar.......................... 736
— Lettre à M. *de Humboldt*, sur les observations de M. Forbes relatives au mouvement des glaciers; par M. *Agassiz*...... 1204
Globe terrestre. — M. *Couché* adresse quelques considérations sur l'influence que peuvent avoir, relativement à notre globe, les mouvements que font à sa surface les êtres animés.......................... 956
Gnomon. — M. *de Louvois* prie l'Académie d'intervenir près de l'administration pour obtenir la conservation d'un monument du XIIIe siècle dans lequel un gnomon a été établi en 1784.................... 754
Goitres. — Note sur les influences locales qui déterminent le développement du goître, et sur l'usage des eaux ferrugineuses pour prévenir et guérir cette affection; par M. *Pascal*.......................... 225
Gordius. — Mémoire sur les Gordius et les Mermis; par M. *Dujardin*............. 117
Gravure. — M. *Dupont* adresse des épreuves obtenues d'une planche en relief gravée sur pierre par l'action des acides........ 1199
Grêle. — Note sur une chute extraordinaire de grêle; par M. *Petit*................. 886
Grenouilles. — Note sur les entozoaires de la grenouille, et sur quelques autres points de la pathologie de ce batracien; par M. *Gruby*........................ 33 et 71
Gymnastique. — M. *Pinett* prie l'Académie de vouloir bien faire constater l'état d'un sujet affecté de déviation de l'épine dorsale qu'il va soumettre à un traitement fondé sur l'emploi des moyens gymnastiques.......................... 81

H

Hématurie. — Sur l'hématurie abondante et les moyens d'extraire de la vessie les caillots qui la remplissent; par M. *Leroy d'Étiolles*.......................... 507
Hémorragie. — Sur l'hématurie abondante et sur les moyens d'extraire de la vessie les caillots qui la remplissent; par M. *Leroy d'Étiolles*.......................... 507
— Sur un moyen par lequel on arrête instantanément une hémorragie nasale; par M. *Négrier*.......................... 516
Horizon. — M. *Télamnne du Parrat* adresse une nouvelle Note relative à la confusion qu'on aurait faite, selon lui, entre l'horizon visible et l'horizon rationnel........... 1219
Horlogerie. — Note sur quelques inventions nouvelles, relatives à l'horlogerie de précision; par M. *Nouviaire*.............. 796
Houille. — Rapport sur un Mémoire de M. *Burat*, intitulé : « Description géologique du bassin houiller de Saône-et-Loire »; rapporteur M. *Dufrénoy*.............. 205
Huiles essentielles. — Sur l'essence de pommes de terre et sur d'autres composés de la série de l'*amyle;* Note de M. *Gaultier de Claubry*.......................... 171
Hydracides. — Mémoire sur les combinaisons de l'eau et des hydracides; par M. *Bineau*. 775
Hydrauliques (Roues). — M. *Passot* annonce qu'une enquête judiciaire va être faite sur la puissance de sa roue hydraulique, et demande si la Commission du prix de Mécanique croira pouvoir, dans le jugement qu'elle aura ensuite à porter sur cet appareil, s'en rapporter au résultat de l'enquête.......................... 517
Hydres. — Rapport sur quatre Mémoires de M. *Laurent* relatifs à l'Hydre vulgaire; rapporteur M. *de Blainville*.............. 373
— Note sur l'organisation des Hydres; par M. *Milne Edwards*.................. 399
— Remarques à l'occasion de cette Note; par M. *Flourens* et par M. *Duvernoy*........ 400
— Note sur quelques points de l'anatomie des Hydres d'eau douce; par M. *Doyère*..... 429
Hydrocèle. — Note sur un nouvel agent thérapeutique pour le traitement de l'hydrocèle; par M. *Morisset*.................. 1111
Hydrogène. — Note sur les équivalents chimiques considérés comme des multiples simples de l'hydrogène; par M. *Pelouze*. 959
Hydrophobie. — M. *Buisson* écrit relativement à diverses communications qu'il a faites sur une méthode particulière de traitement dans les cas d'hydrophobie............ 296
— M. *Buisson* écrit relativement à un cas dans lequel l'hydrophobie se serait déclarée chez un sujet soumis à la cautérisation.. 899

Pages.

Hydropisies. — De la ponction et des injections stimulantes dans le traitement des hydropisies et des épanchements sanguins des cavités closes du corps humain; par M. *Velpeau* ... 688

Hypospadias. — Note sur une opération pratiquée dans un cas d'hypospadias; par M. *Guillon* ... 1111

I

Iconographie. — M. *Guérin-Méneville* soumet au jugement de l'Académie le « Texte explicatif de l'Iconographie du règne animal de G. Cuvier » ... 684

— Rapport sur ce travail, par M. *Duméril* .. 937

Images de Möser, images qui se forment, même sans le secours de la lumière, sur la surface d'une glace ou de tout autre corps poli, et qui reproduisent les contours d'un corps placé très-près de cette surface, mais sans contact immédiat (Lettres de M. *de Humboldt* sur des expériences de M. Möser concernant la formation des images daguerriennes) ... 119 et 448

— Lettre de M. *Breguet* sur un cas anciennement observé de formation des images de Möser ... 450

— Sur les causes qui concourent à la production des images de Möser; Lettre de M. *Fizeau* ... 896

— Notes de M. *Möser*, sur les images produites à la surface d'un métal poli par la proximité d'un autre corps; communiquées par M. *de Humboldt* ... 855 et 1200

Indigotine. — Lettre à M. Chevreul, sur un nouveau procédé pour obtenir l'indigotine; par M. *Fritzsche* ... 738

Inflorescences. — Études morphologiques sur les inflorescences dites anomales; par M. *Payer* ... 71

— Rapport sur ce Mémoire ... 147

Instruments de mathématiques. — Note sur le calcul des surfaces des plans : nouvelle méthode et nouvel instrument pour rendre cette opération à la fois plus expéditive et plus exacte; par M. *Challuau* ... 283

Iode. — Note sur un nouveau composé d'iode; par M. *Durand* ... 346

Isophanes (Milieux). — Mémoire sur les rayons diffractés qui peuvent être transmis ou réfléchis par la surface de séparation de deux milieux isophanes; par M. *A. Cauchy* ... 712

— Note sur les lois de la dispersion plane et de la dispersion circulaire dans les milieux isophanes; par *le même* ... 1000 et 1076

Ivresse. — Mémoire sur l'ivresse considérée dans ses effets physiologiques; par M. *Guibert* ... 514

K

Kératoplastie. — Mémoire sur la kératoplastie, ou greffe de la cornée transparente d'un œil sur un autre; par M. *Feldmann*. Expériences faites en commun avec M. *Davis* ... 851 et 1111

Kystes. — Note sur un kyste pileux de l'ovaire, qui s'est ouvert à la fois à l'intérieur de la vessie et à l'extérieur de l'abdomen; par M. *H. Larrey* ... 928

L

Lacs. — Sur l'existence probable d'un lac souterrain communiquant avec le lac de Genève; sur les sèches sur les ladières et sur les températures de ce dernier lac; Mémoire de M. *Vallée* ... 173

Lactucarium. — Mémoire sur le Lactucarium; par M. *Aubergier* ... 923

Liber. — M. *Christophe Jorre* écrit relativement à l'emploi qu'on pourrait faire, suivant lui, du liber des arbres ... 1218

Ligatures. — Sur les moyens d'appliquer le procédé de la ligature en anse aux tumeurs situées dans l'intestin rectum; Note de M. *Leroy d'Étiolles* ... 1198

Liquides. — Addition au Mémoire intitulé : « Observations relatives à l'action motrice exercée sur la surface de plusieurs liquides, tant par le contact de la vapeur de certaines substances que par le contact immédiat de ces mêmes substances »; par

Pages.

M. *Dutrochet*.......................... 25

— Rapport sur un Mémoire de M. *Poiseuille*, ayant pour titre: Recherches sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petits diamètres; rapporteur M. *Regnault*. 1167

LUMIÈRE. — Mémoire sur la vitesse de la lumière; par *W. Meister*.................. 119

— Note sur le calcul des phénomènes que présente la lumière réfléchie ou réfractée par la surface d'un corps transparent ou opaque; par M. *A. Cauchy*................ 418

— Note sur la diffraction de la lumière; par *le même*..................... 554 et 573

— Sur les rayons diffractés qui peuvent être transmis ou réfléchis par la surface de séparation de deux milieux isophanes; par *le même*........................

— Note sur les lois de la dispersion plane et de la dispersion circulaire dans les milieux isophanes; par *le même*.. 1000 et 1076

— Sur les réflexions d'un rayon de lumière à l'intérieur d'une veine liquide parabolique; par M. *Colladon*................. 800

Remarques de M. *Plateau* à l'occasion de la communication de M. *Colladon*....... 1114

— Note sur la transmission de la lumière par des canaux sinueux; par M. *Babinet*..... 802

— Sur la tendance des tiges vers la lumière; Note de M. *Payer*..................... 1194

— M. *Arago*, en présentant le travail de M. *Payer*, rappelle des expériences de M. *de Humboldt* relatives à l'action de la lumière artificielle pour verdir de jeunes plantes, expériences qui remontent à l'année 1793, et sont les premières qu'on ait faites sur ce sujet.................. *Ibid.*

M

MACHINES A VAPEUR. — Note sur la théorie des machines à vapeur de Cornouailles; par M. *de Pambour*..................... 1208

Voir aussi au mot *Chemins de fer*.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — Observations de perturbations de l'aiguille aimantée faites à Chambéry, les 15 et 16 avril 1842; par M. *Fatou*.......................... 460

MAÏS (*Sucre de*). Voir au mot *Sucre*.

MARÉES. — Sur les marées à Toulon; par M. *Chazalon*........................ 562

— Observations des marées à Naples; par M. *Nobile*........................... 565

MATHÉMATIQUES. — Nouvelle théorie des rapports et des proportions; par M. *Marchand*................................ 735

— Mémoire sur le calcul des intérêts; par M. *Cortazar*........................ 796

— Sur une nouvelle méthode de génération et de discussion des surfaces du deuxième ordre. — Théorie des focales et des plans directeurs; par M. *Amiot*............... 1196

— Nouvelle théorie des parallèles; formule générale pour la formation des puissances des nombres entiers; par M. *Le Villain*... 1112

— Voir aussi aux mots *Analyse mathématique*, *Mécanique céleste*, *Géométrie analytique* et *Physique mathématique*.

MATHÉMATIQUES (*Histoire des*). — M. *Arago* fait mention d'une Lettre concernant un manuscrit portant, par ignorance ou falsification, le nom d'un analyste ancien et fort célèbre, manuscrit qui, en le supposant authentique, renverserait de fond en comble l'histoire des mathématiques............................ 461

— M. *Arago* annonce qu'il a reçu copie de ce manuscrit. Sur un premier aperçu, il croit pouvoir affirmer que cet ouvrage n'est pas de l'auteur auquel on l'attribue. MM. *Arago* et *Chasles* feront un Rapport détaillé à ce sujet..................... 559

MÉCANIQUE CÉLESTE. — Sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps; Mémoire de M. *Jacobi*................. 236

— Théorie nouvelle des mouvements planétaires, ou application du calcul des résidus à l'astronomie; par M. *Cauchy*..... 255

— Sur le nouveau développement de la fonction perturbatrice, et sur diverses formules qui rendent plus facile l'application du calcul des résidus à l'astronomie; par *le même*.............................. 301

— Détermination rigoureuse des termes séculaires dans le nouveau développement de la fonction perturbatrice; par *le même*.. 357

— Décomposition de la fonction perturbatrice en produits de facteurs dont chacun se rapporte à une planète; par *le même*. 478

— Voir aussi aux mots *Astronomie* et *Analyse mathématique*.

MÉDICAMENTS. — Remarques sur les effets généraux de diverses classes de médicaments; par M. *Coze*................. 746

MEMBRANE CADUQUE. — Voir au mot *Embryogénie*.

MENTAGRE. — Note sur un nouveau cryptogame qui se développe dans la racine des poils de la barbe, et constitue une nouvelle espèce de mentagre contagieuse; par M. *Gruby*.......................... 512

Pages.

MER MORTE. — M. *de Humboldt* communique les résultats de nouvelles opérations relatives à la détermination de la différence du niveau entre la mer Méditerranée et la mer Morte.......................... 884
— Lettre de M. *de Bertou* sur les observations relatives au niveau de la mer Morte..... 955
MERCURE. — Note sur un nouvel antidote du sublimé corrosif; par M. *Mialhe*........ 346
MERMIS.—Mémoire sur les Gordius et les Mermis; par M. *Dujardin*................. 117
MERS. — Sur la stabilité de l'équilibre des mers; par M. *Liouville*................ 903
MÉTAUX. — Recherches sur la ténacité et l'élasticité des métaux; par M. *Wertheim*..... 110
— Précipitation des métaux au moyen de la pile. Voir au mot *Galvanoplastique*.
MÉTÉORES LUMINEUX. M. *Lance* adresse quelques détails sur un météore lumineux qu'il a observé le 11 juillet à 9 heures du soir.................................. 127
— Sur un météore lumineux observé le 3 juin à Montpellier; Lettre de M. *Marcel de Serres*................................ 293
— Sur un météore observé au Grand-Lemps (Isère), le 12 août 1842; Lettre de M. *Bourdot*................................ 451
— Nouvelle série d'observations des étoiles filantes considérées comme pouvant indiquer quelques jours d'avance les changements de temps; par M. *Coulvier-Gravier*. 514
MÉTÉOROLOGIE. — Observations météorologiques faites au Caire, par M. *Destouches*, pendant les années 1840 et 1841........ 230
— Observations météorologiques faites dans la colonie danoise de Saint-Thomas, années 1827-1839; par M. *Hornbeck*... 557
— M. *Hornbeck* transmet le résultat de la comparaison qui a été faite des instruments dont il s'est servi pour ces opérations avec les instruments de l'observatoire de Copenhague.......................... 752
— Principaux résultats des observations météorologiques faites cette année à Pesaro; Note de M. *Mamiani*.................. 568
— Observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk pendant le premier semestre de 1842; par M. *Demidoff*............... 736
— M. *Perrottet* demande à reprendre des observations météorologiques qu'il avait adressées à l'Académie, et sur lesquelles il n'a pas encore été fait de rapport..... 754
— M. *Delarue* adresse les tableaux des observations météorologiques faites à Dijon pendant les mois de juillet, août et septembre 1842.. 806
— Observations météorologiques faites dans les Florides pendant l'année 1841 et le premier semestre de 1842; par M. l'abbé *Fabre*................................ 1112
— M. *Delarue* adresse des observations météorologiques faites à Dijon dans le mois d'octobre 1842........................ 1119
— M. *Arago* annonce qu'il rendra compte incessamment des observations météorologiques faites au collége de Jefferson; par M. *Chevet*.............................. 1218
— L'Académie reçoit de M. *Delarue* une nouvelle série des observations météorologiques faites à Dijon................ 1218
— Tableaux mensuels des observations de l'Observatoire de Paris. 130, 299, 522, 757, 934 et 1124.
MÉTHODES.—M. *Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire* lit un discours intitulé : « Études sur la méthode zoologique de Linné » (séance publique du 19 décembre)............ 1153
— Voir aussi au mot *Classifications*.
MÉTRIQUE (SYSTÈME). — M. *Fonvielle* adresse le résumé d'une conversation qu'il a eue, au sujet de son Mémoire sur le système métrique, avec un des membres de la Commission à l'examen de laquelle ce Mémoire avait été renvoyé................ 295
— M. *Liouville*, Commissaire désigné dans la Note de M. *Fonvielle*, déclare que le Mémoire en question n'est pas de nature à devenir l'objet d'un Rapport... *Ibid.*
— Nouvelle rédaction de plusieurs communications faites précédemment relativement au système métrique; par M. *Mareschal*. 648
MICROSCOPES. — A l'occasion de remarques sur les illusions qui, dans les observations microscopiques, résultent d'une mauvaise position donnée à l'oculaire, M. *Arago* rappelle une autre source d'erreur signalée par T. Young dans les phénomènes de la diffraction........... 345
MOLLUSQUES. — Observations sur l'organisation de quelques animaux sans vertèbres, et en particulier sur l'anatomie d'une nouvelle espèce de Gastéropodes; par M. *de Quatrefages*.......................... 798
MONTAGNES. — Observations recueillies dans une ascension sur le Schreckhorn; par M. *E. Desor*..... 461
— Relation d'une ascension au pic de Nethou (Pyrénées); par M. *Tchihatcheff*......... 465
MORT. — Recherches étiologiques sur la mort accidentelle, morbide ou sénile, et sur les maladies mortelles; par M. *Marc d'Espine*............ 1010
MORTALITÉ. — M. *Demonferrand*, inscrit pour la lecture d'un Mémoire concernant les lois de la mortalité, présente, pour prendre date, ce Mémoire à la signature de

Pages.

à l'examen d'une Commission.......... 295

Mortelles (Maladies). Voir au mot *Mort*. — M. *Marc d'Espine* demande que ce Mémoire, qui avait été adressé pour un des concours de la fondation Montyon, et a été écarté comme ne remplissant pas les conditions du programme, soit soumis M. le secrétaire perpétuel............ 1017

Möser (Images de). Voir à *images de Möser* et à *Photographie*.

Moteurs. — M. *Coiffé* adresse une Note sur un nouveau moteur.................... 119

Mouvement. — Application géométrique du mouvement; Mémoire de M. *Boileau*.... 594

Murex brandaris. — Description anatomique de l'organe qui fournit la liqueur purpurigène dans le *Murex brandaris*. Analyse microscopique de cette liqueur; par MM. *Grimaud de Caux* et *Gruby*........ 1007

— Notice historique sur la découverte de la véritable pourpre des anciens. Examen de la liqueur purpurigène du *Murex brandaris* et du *Murex trunculus*; par M. *Bizio*.... 1008

— De la pourpre des *Murex* et de la supériorité des résultats obtenus par les procédés actuels employés dans la teinture sur ceux qu'obtenaient les anciens; Note de M. *Rouget de l'Isle*......................... 1112

Murs. — Influence des murs dégradés sur la végétation dans les forêts; Note de M. *Rossignon*.............................. 225

Musaraignes. — Notice pour servir à la monographie du genre musaraigne (*Sorex*, Cuv.); par M. *Duvernoy*........ 7, 270 et 301

— Recherches sur les dents des musaraignes; 3e partie; par *le même*................ 483

— Supplément historique au précédent Mémoire; par *le même*.................... 1000

Musique. — M. *Quinet* adresse des épreuves de musique imprimée en caractères mobiles. 558

N

Naissances. — Observations et calculs sur les variations du rapport entre le nombre des naissances du sexe masculin et du sexe féminin; par M. *Ch. Dupin*............ 1028

Naphtalène. — M. *Rossignon* prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyée une Note qu'il a présentée en 1841, sur les propriétés chimiques et thérapeutiques de la naphtalène............... 956

Naphtum. — Sur le naphtum; par M. *A. Laurent*.............................. 739

Navigation. — M. *Chaufard* prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire un Rapport sur l'emploi des tissus de coton dans la voilure des navires. 38

Nerfs. — Recherches sur la terminaison des nerfs; par M. *Mandl*................. 72

— Expériences sur l'action des nerfs; par M. *Thierry*......................... 1016

Névralgie. — Manifestations électriques chez l'homme pendant des accès de névralgie; par M. *Ducros*......... 735

Niveau. — Sur les effets du niveau, la nature de cet instrument, etc.; Mémoire de M. *Telamane du Parrat*.................. 1120

Nombres (Théorie des). — Mémoire sur la théorie des nombres; par M. *Modeste Claudel*............................ 432

— Mémoire ayant pour titre: «Expériences sur les nombres»; par M. *Houry*....... 557

Nomenclature chimique. — Note relative à un changement à opérer dans la nomenclature chimique; par M. *Longchamp*.......... 930

Nomination *de membres et de correspondants de l'Académie*. — M. *Duperrey* est nommé à la place vacante, dans la Section de Géographie et de Navigation, par suite du décès de M. *de Freycinet*............... 919

— M. *Pariset* est nommé à la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Pelletier*...................... 890

— M. *Liebig* est nommé correspondant de l'Académie, pour la Section de Chimie. 28

— M. *Petit* est nommé correspondant de l'Académie, pour la Section d'Astronomie.. 389

O

Oiseaux. — M. *de Grégory* écrit relativement aux moyens par lesquels il est parvenu à obtenir en France la reproduction du Gros-bec de Virginie............... .. 38 et 754

Ombres. — Mémoires sur les phénomènes des ombres et de la diffraction; par M. *Cauchy*......................... 605 et 670

Ondes sonores et ondes lumineuses.—Note sur les principales différences qui existent entre les unes et les autres; par M. *Cauchy*. 813

— Communication relative à une idée ancienne émise par *R. Hooke*, concernant la

Pages.

théorie des ondulations; par M. *Arago*... 936

OPTIQUE. — Sur la variation de hauteur des deux points neutres de l'atmosphère pendant l'éclipse du 8 juillet; observations de M. *Babinet*........................ 43

— Mémoire sur la réfraction astronomique; par M. *Bessel*........................ 181

— Remarques sur le Mémoire de M. Bessel, par M. *Arago*........................ 235

— Sur l'emploi des propriétés optiques pour l'analyse quantitative des solutions qui contiennent des substances douées du pouvoir rotatoire; par M. *Biot*............ 619

— Remarques sur quelques rapports qui paraissent exister entre certains phénomènes optiques et des phénomènes acoustiques; par M. *Blein*................. 1217

ORAGES. — Sur un orage qui a dévasté la commune de Sallèles, département de l'Aude; par M. *Hortala*........................ 566

ORDONNANCES ROYALES. — M. le *Ministre de l'Instruction publique* transmet ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Pariset* à la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Pelletier*.................... 927

— Et de l'ordonnance qui confirme l'élection de M. *Duperrey* à la place vacante dans la Section de Géographie et de Navigation par suite du décès de M. *de Freycinet*... 948

ORGANIQUES (SUBSTANCES). — Observations sur le procédé analytique proposé par MM. *Warrentrapp* et *Will*, pour la détermination de l'azote dans les substances organiques, et sur quelques circonstances nouvelles de la formation de l'ammoniaque; Mémoire de M. *Reiset*.................. 154

— Recherche sur la classification des substances organiques; par M. *Gerhardt*....... 498

ORGANOGÉNIE. — M. *Serres*, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de ses « Principes d'organogénie », donne en peu de mots une idée du plan de l'ouvrage et des circonstances dans lesquelles il a été publié........................ 278

ORTHOPÉDIE. — M. *Pinett* prie l'Académie de vouloir bien constater l'état d'un individu affecté de déviation de l'épine dorsale qu'il va soumettre à un traitement fondé sur l'emploi des moyens gymnastiques.. 81

OS. — Recherches sur le développement des os; par M. *Flourens*.................. 875

— Mémoire sur la structure intime des os; par M. *Mandl*........................ 1189

OEUF *des Mammifères*. Voir au mot *Embryogénie*.

OXYGÈNE. — Mémoire sur une nouvelle combinaison de chlore et d'oxygène; par M. *Millon*........................ 584

P

PANAMA. — Sur un nouveau plan pour l'établissement d'un canal à travers l'isthme de Panama; par M. *Warden*.......... 1206

PAPIERS DE SURETÉ. — M. *Quinet* prie l'Académie de vouloir bien se faire faire un rapport sur les papiers de sûreté qu'il lui a présentés........................ 558

PAQUETS CACHETÉS déposés par MM.

— *Moreau*, 18 juillet........................ 127

— *Levesque*. Même séance................. *Ibid.*

— *Realville*, 25 juillet.................... 178

— *Cavarra*. Même séance.................. *Ibid.*

— *De Jouffroy*, 8 août.................... 296

— *Oswald Turner*, 16 août................ 353

— *Gruby* et *Delafond*, 5 septembre......... 519

— *Menotti*. Même séance.................. *Ibid.*

— *De Mirbel* et *Payen*, 12 septembre....... 557

— *Delarue*, 19 septembre.................. 601

— *Bourguignon*. Même séance.............. *Ibid.*

— *Cornay*, 10 octobre..................... 754

— *Foureau de Beauregard*, 17 octobre....... 784

— *Lacauchie*. Même séance................ *Ibid.*

— *Pistorius*, 7 novembre.................. 899

— *Robert*. Même séance................... *Ibid.*

— *Gagnage*, 21 novembre.................. 956

— *Conté*, 28 novembre.................... 1018

— *Desmeaux*. Même séance................ *Ibid.*

— *Villiez*. Même séance.................. *Ibid.*

— *De Ruolz*, 12 décembre.................. 1120

— *Paumier*. Même séance. Ce paquet, ayant été jugé contenir autre chose qu'un manuscrit, n'est pas accepté............. *Ibid.*

— *Chatin*, 26 décembre.................... 1220

— *Beauvoisin*. Même séance................ *Ibid.*

PEINTURE SUR VERRE. — M. *Grobot* annonce l'intention de soumettre à l'Académie divers procédés relatifs à la peinture sur verre........................ 519

PESTE. — M. *Eusèbe de Salles* prie l'Académie de vouloir bien admettre, pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire sur la peste et sur les quarantaines, qu'il avait précédemment adressé, et sur lequel il n'a pas encore été fait de Rapport..................... 754

PÉTRIFICATION. — M. *Vallot* écrit relativement à une pétrification dont il avait parlé dans une Lettre précédente, et qu'il avait alors

Pages.

considérée à tort comme un débris de Mollusque céphalopode 652

Pharynx. — Sur la ligature des polypes des fosses nasales et du sommet du pharynx. — Modifications apportées aux instruments employés dans ces sortes d'opérations; par M. *Leroy d'Étiolles* 849

Phosphates. — Recherches sur la composition de l'acide phosphorique et des phosphates; par M. *Longchamp* .... 65 et 348

— Sur la composition du phosphate de soude ordinaire; par M. *Malaguti* 229

Phosphore. — Sur quelques combinaisons du phosphore avec les corps halogènes; par M. *Cauvy* 1214

Phosphorescence. — Recherches sur la phosphorescence; par M. *Matteucci* 288

— Réclamation de M. *Becquerel* à l'occasion de cette Note 433

Photographie. — M. *Regnault* communique, au nom de M. *de Humboldt*, des expériences de M. *Möser* sur la formation des images photographiques .... 119 et 448

— Images photographiques obtenues par M. *Bisson* fils, en une demi-minute, au moyen du bromure associé au chlore, en supprimant l'usage de la boîte à l'iode... 345

— Sur un phénomène concernant la formation des images de *Möser*; Lettre de M. *Breguet* 450

— Images photographiques coloriées après coup; par M. *Lechi* 752

— M. *Valler* prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission chargée de faire un Rapport sur une Note concernant certains phénomènes relatifs à la photographie 899

— M. *Claudet* met sous les yeux de l'Académie diverses épreuves photographiques qui permettent d'apprécier les avantages de plusieurs modifications qu'il a introduites dans les procédés opératoires..... 1120

Phrénologie. — Sur un nouveau système de phrénologie; par M. *Carus* 516

Phthisis. — Étude comparative de la phthisie chez l'homme et chez les animaux; par M. *Rayer* .... 109 et 150

Physionotype. — Lettre de M. *Sauvage* sur l'emploi qui a été fait de cet appareil par M. le lieutenant de vaisseau *Reynaud* 466

Physique générale. — M. *Morin* prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à laquelle a été renvoyée une réclamation de priorité élevée par lui à l'occasion d'un Mémoire de M. *Lamé* sur certaines questions de physique générale 231

— M. *Durand* adresse un Mémoire sur diverses questions de physique générale qu'il croit avoir été traitées dans un manuscrit dont M. *Arago* a entretenu naguère l'Académie 652

— Sur les lois générales du monde et sur leurs expressions mathématiques; deuxième Mémoire; par M. *Morand* 678

— M. *Becquerel*, en présentant le premier volume de sa *Physique appliquée*, expose le plan de cet ouvrage 728

Physique mathématique. — Mémoire sur un phénomène relatif à la communication des mouvements vibratoires; par M. *Duhamel* 1

— Méthode abrégée pour la recherche des lois suivant lesquelles la lumière se trouve réfléchie ou réfractée par la surface d'un corps transparent ou opaque; par M. *A. Cauchy* 542

— Note sur la diffraction de la lumière; par *le même* .... 554 et 573

— M. *A. Cauchy* présente un Mémoire relatif à de nouvelles formules générales qui renferment les lois suivant lesquelles un rayon lumineux est réfléchi et réfracté par la surface de séparation de deux milieux isophanes, dans le cas où l'on tient compte de la dispersion des couleurs.... 1038

— Mémoire sur les dilatations, les condensations et les rotations produites par un changement de forme dans un système de points matériels; par M. *Cauchy* 1166

— Voir aussi au mot *Analyse mathématique.*

Physiologie végétale. — Note sur des composés à bases minérales trouvés dans l'épaisseur des parois des cellules; par M. *Payen*. 907

Planisphère. — Planisphère dressé pour l'horizon et le méridien de Saint-Pétersbourg, avec l'indication de divers problèmes de géographie mathématique et d'astronomie pratique dont on peut obtenir, au moyen de cette carte, une solution suffisamment exacte pour les usages ordinaires; par M. *Vorobief* 1198

Plaqué d'argent. — Sur un procédé de M. *Belfield-Lefèvre* pour la fabrication du plaqué d'argent au moyen de la galvanoplastique; Note de M. *Becquerel* 32

Plexus. — Des plexus nerveux considérés sous le point de vue de la thérapeutique; par M. *Ducros* 774

Pluie. — Observation de pluie par un temps serein; Lettre de M. *Wartmann* 290

Poitrine. — De l'innocuité de la ponction de la poitrine dans les cas d'épanchements pleurétiques; par M. *Faure* 593

— Addition à ce Mémoire 1009

Polarisation. — Observations sur la variation de hauteur des deux points neutres de

Pages.

l'atmosphère pendant l'éclipse du 8 juillet; par M. *Babinet*.................... 43

— Mémoire sur l'application de l'analyse mathématique à la recherche des lois générales des phénomènes observés par les physiciens, et, en particulier, sur les lois de la polarisation circulaire; par M. *Cauchy*.......................... 910

— Sur un point de l'histoire de l'optique relatif aux phénomènes de la polarisation; par M. *Biot*......................... 962

Polypes. — Sur la ligature des polypes des fosses nasales et du sommet du pharynx. — Modifications apportées aux instruments employés dans ces sortes d'opérations; par M. *Leroy d'Étiolles*........ 849

Pommes de terre. — Sur la gangrène sèche des pommes de terre; Note de M. *Martius*.................................. 314

Ponts. — Sur un nouveau système de construction pour les culées des ponts suspendus, sans puits d'amarres, avec câbles sans fin; Note de M. *Hugon*................ 514

Population. — Tableau de la population des États-Unis en 1840; communiqué par M. *Warden*............................. 753

— Mémoire sur les lois générales de la population; par M. *Pouillet*.............. 861

— Note sur le mouvement de la population en France; par M. *Mathieu*.............. 1021

— Remarques sur les lois générales de la population découvertes par M. *Pouillet*; Mémoire de M. *Demonferrand*............ 1096

Poudre. — Examen chimique et microscopique d'une poudre recueillie à Amphissa en Grèce, après une pluie lente et douce; par M. *Dufrénoy*........................ 580

Poumons. — Recherches sur la structure intime des poumons, dans l'homme et dans les mammifères; par M. *Bourgery*.. 63 et 107

— Recherches expérimentales sur la nature des mouvements propres des poumons, et sur une nouvelle cause d'emphysème pulmonaire; par M. *Longet*............. 500

— Rapport de la structure anatomique avec la capacité fonctionnelle des poumons, dans les deux sexes et à différents âges; par M. *Bourgery*...................... 590

Prix décernés (concours de 1841). — Rapport de la Commission chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le *prix de Mécanique* (fondation Montyon). Le prix est décerné à M. *Carville*, pour sa machine à fabriquer les briques. 39 et 1126

— Rapport de la Commission pour le *prix d'Astronomie*. — La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner en 1841, la médaille fondée par *de Lalande*. 1125

Pages.

— Rapport sur les pièces adressées au concours pour le *prix de Statistique*. — Deux prix sont décernés: l'un à M. *Dufau*, pour son ouvrage intitulé: « Traité de statistique, ou Théorie des lois d'après lesquelles se développent les faits sociaux »; l'autre à M. *Surrell*, pour ses « Études sur les torrents des Hautes-Alpes ». — Une mention honorable est accordée à M. *Lachèse*, auteur de la « Statistique des conseils de révision dans le département de Maine-et-Loire »................................ 1126

— *Le prix fondé par Mme la marquise de Laplace* est décerné à M. *Bossey*, premier élève sortant de l'École Polytechnique de la promotion de 1841.......................... 1137

— Rapport sur le concours pour le *prix de Physiologie expérimentale*. — Le prix est partagé entre MM. *Longet* et *Matteucci*. — Une mention honorable est accordée aux travaux présentés par MM. *Négrier* et *Bellingieri*. Une mention toute particulière est faite du travail de M. *Léon Dufour*: l'Académie, sur la proposition de la Commission, arrête que ce travail qui, par sa nature, ne rentre pas suffisamment dans les conditions du programme, et auquel par conséquent il n'a pu être décerné de prix, sera imprimé dans le *Recueil des Savants étrangers*............. 1138

— Rapport sur le concours pour le *prix concernant les Arts insalubres*. — Un prix de la valeur de 3 000 fr. est accordé à M. *de la Rive*, pour avoir, le premier, appliqué les forces électriques à la dorure des métaux et en particulier du bronze, du laiton et du cuivre. — Un prix de 6 000 fr. est accordé à M. *Elkington* pour la découverte de ses procédés relatifs à la dorure galvanique et à l'application de l'argent sur les métaux. — Un prix de même valeur est accordé à M. *de Ruolz*, pour la découverte et l'application industrielle d'un grand nombre de moyens propres, soit à dorer les métaux, soit à les argenter, soit à les platiner, soit enfin à déterminer la précipitation économique des métaux les uns sur les autres, par l'action de la pile. 1136

— Rapport sur les pièces adressées au concours pour les *prix de Médecine et de Chirurgie* (fondation Montyon). — La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de donner de prix. Conformément à sa proposition, l'Académie accorde, à titre de récompense, 4 000 fr. à M. *Bouillaud*, 3 000 à M. *Amussat*, 2 000 à M. *Grisolle*, 1 500 à M. *Ségalas*, et à titre d'encouragement, 1 000 à M. *A. Becquerel*..........................

Pages.

PRIX PROPOSÉS :
Grand Prix des Sciences mathématiques pour 1842 1142
Grand Prix des Sciences mécaniques pour 1843. 1143
Prix d'Astronomie (fondation de Lalande) ... 1144
Prix extraordinaire sur l'application de la vapeur à la navigation pour 1844......... 1144
Prix de Mécanique (fondation Montyon)..... 1145
Prix de Statistique (fondation Montyon)... *Ibid.*
Grand Prix des Sciences physiques pour 1845. 1146
Grand Prix des Sciences physiques proposé en 1837 pour 1839, et remis au concours pour 1843.... 1147
— Lettre de M. le *Ministre de l'Instruction publique* autorisant l'Académie à reporter sur le concours de 1843 la somme qui était destinée pour le grand prix des Sciences physiques, concours de 1841 .. 284
Prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon)........ 1150
Divers Prix du legs Montyon........ 1151
Prix relatif à la Vaccine........ 1152
Prix relatifs aux Morts apparentes (fondation Manni)........ *Ibid.*

Pages.

PROSTATE. — M. *Leroy d'Étiolles* prie l'Académie de se faire rendre compte des Mémoires qu'il lui a présentés sur les maladies de la prostate........ 685
PUITS FORÉS. — Sur le tubage du puits foré de l'abattoir de Grenelle; par M. *Arago*.... 649
— M. *Galy-Cazalat* rappelle que, dans une Lettre en date du 29 novembre 1841, il avait indiqué comme moyen de diminuer la proportion des matières solides rejetées avec l'eau du puits de Grenelle, la prolongation du tuyau à une certaine hauteur au-dessus du sol........ 689
— Remarques de M. *Arago* à ce sujet....... *Ibid.*
— Observations relatives au puits foré de la maison de poste d'Alfort; par M. *Lassaigne*........ 745
— M. *Arago* présente, au nom de M. *Bizet*, une coupe du puits foré de Grenelle où se trouvent indiquées la nature et la puissance des diverses couches traversées. 807
PUPILLE. — Nouvel instrument pour l'opération de la pupille artificielle; par M. *Leroy d'Étiolles*........ 795

Q

QUININE (*Lactate de*). — M. *Conté* insiste sur les avantages qu'il y aurait à substituer au sulfate de quinine le lactate de la même base........ 898
— M. *L.-L. Bonaparte* écrit à l'occasion d'une question de priorité soulevée par la Lettre de M. *Conté*, relativement à l'emploi en médecine du lactate de quinine......... 1216

R

RAGE. — M. *Buisson* sollicite de nouveau un Rapport sur les diverses communications qu'il a faites à l'Académie relativement à la rage et au traitement de cette maladie. 569
RAYONNEMENT. — Sur l'identité des diverses radiations lumineuses, calorifiques et chimiques; par M. *Melloni*........ 454
RÉFRACTION. — Mémoire sur la réfraction astronomique; par M. *Bessel*........ 181
— Remarques de M. *Arago* à l'occasion de ce Mémoire........ 235
ROTIFÈRES. — Rapport sur un Mémoire de M. *Doyère* concernant la revivification des Tardigrades et des Rotifères. Rapporteur M. *Milne Edwards*........ 320
— Remarques de M. *Bory de Saint-Vincent* à l'occasion de ce Rapport........ 326
ROULEAU COMPRESSEUR. — Sur l'emploi de cet appareil pour affermir les empierrements neufs et de réparation des chaussées; Mémoire de M. *Schattenmann*........ 217
— M. *Dumas* met sous les yeux de l'Académie deux échantillons d'empierrements exécutés au moyen de cet appareil......... 278
— M. *Longchamp* adresse, comme pièce à consulter pour la Commission chargée de faire un Rapport sur le rouleau compresseur de M. *Schattenmann*, une Note imprimée sur l'emploi de cet appareil et sur les modifications qu'il croit qu'on pourrait apporter à la méthode de l'inventeur. 690
ROUTES. — Voir l'article ci-dessus.

S

Pages.

Salicoques. Voir à *Crustacés*.

Saturne. — Note sur des observations de Saturne faites à l'Observatoire du collége romain; par M. *de Vico* 746

— Remarques de M. *Arago* sur la communication de M. *Vico* 750

Sauvetage (*Appareils de*). — Addition à une précédente communication sur le nautile de sauvetage; Note de M. *Lebrun* 514

— M. *Viau* prie l'Académie de faire hâter le Rapport sur son appareil de sauvetage... 1119

Sèches. — Sur la cause des sèches du lac de Genève; Mémoire de M. *Vallée*.. 173 et 295

— Note sur les sèches du lac de Genève, et sur quelques autres phénomènes qui intéressent l'avenir de la navigation du Rhône; par M. *Vallée* 1112

Sections de l'Académie. — La Section de Médecine et de Chirurgie propose de déclarer qu'il y a lieu de nommer à la place devenue vacante dans son sein par suite du décès de M. *Double*. L'Académie décide que la nomination sera ajournée à six mois 128

— La Section d'Astronomie propose de déclarer, et l'Académie décide qu'il n'y a pas lieu de nommer en ce moment à la place vacante par suite du décès de M. *Savary*. 1018

Singes. — Sur les singes de l'ancien monde, spécialement sur les genres Gibbon et Semnopithèque; par M. *Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire* 716

— Troisième Mémoire sur les singes de l'ancien monde, spécialement sur les genres Colobe, Miopithèque et Cercopithèque; par *le même* 1037

Solanées. — Études sur la végétation des Solanées, la disposition de leurs feuilles et leurs inflorescences; par M. *C. Naudin*.. 71

— Rapport sur ce Mémoire; rapporteur M. *Auguste de Saint-Hilaire* 147

Soleil. — Rapport sur un Mémoire de M. *Laugier*, concernant les taches du soleil; par M. *Arago* 940

Son. — Mémoire sur de nouveaux phénomènes, indiqués par le calcul, qui paraissent devoir intéresser les physiciens, et en particulier sur la diffraction du son; par M. *A. Cauchy* 759

— Remarques à l'occasion de ce Mémoire; par M. *Arago* 762

— Lettre de M. *Blein* à l'occasion du même Mémoire 1217

Pages.

Sondes. — Sur l'usage de la sonde à double courant pour l'évacuation du sang contenu dans la vessie urinaire; Note de M. *Mercier* 597

— Remarques à l'occasion de cette Note; par M. *Leroy d'Étiolles* 647

— Réponse à ces remarques; par M. *Mercier*. 685

— M. *Bonhoure* présente des sondes urétrales recouvertes extérieurement d'une couche de gomme arabique .... 778 et 894

Sources. — Note sur une source d'eau douce dans la petite île de San-Pietro de Castello, à Venise; par M. *d'Hombres-Firmas*. 927

Sourds-muets. — De l'éducation des sourds-muets; par M. *Schmalz* 514

Staphyloraphie. — M. *Leroy d'Étiolles* soumet au jugement de l'Académie un nouvel instrument destiné à l'opération de la staphyloraphie 947

Statistique. — Statistique de la Corse; par M. *Bellaire* 684

Sublimé corrosif. — Note sur un nouvel antidote du sublimé corrosif; par M. *Mialhe*. 346

Substances organiques. Voir au mot *Organiques* (*Substances*).

Sucres. — Sur les changements dans les proportions du sucre que renferme la tige du maïs selon l'époque de la fructification de la plante; Mémoire de M. *Pallas*. (Rapport sur ce Mémoire.) 426

— Recherches expérimentales sur les produits sucrés du maïs; par MM. *Biot* et *Soubeiran* 523

— Sur la matière sucrée de la betterave et du maïs; par M. *Pelouze* 578

— Note sur l'état naturel du sucre dans la betterave; par M. *Payen* 618

— De l'état naturel du sucre dans l'économie végétale; par M. *Rossignon* 683

— Sur le degré de précision des caractères optiques dans leur application à l'analyse des matières sucrées, et dans leur emploi comme caractère distinctif des corps; par M. *Biot* 693

— M. *Pallas* adresse quelques remarques à l'occasion du Rapport fait sur son Mémoire concernant le sucre contenu dans les tiges du maïs 778

— Remarques à l'occasion de la Note de M. *Pallas*; par M. *Biot* 781

— M. *Archbald* écrit relativement à un nouveau procédé qu'il a imaginé pour le raffinage du sucre, procédé sur lequel il ne

Pages.

donne d'ailleurs aucun détail.......... 807

— M. *Archbald* annonce qu'il n'entend point faire un secret de ses procédés, et appelle de nouveau sur eux le jugement de l'Académie.......................... 856

— Observations antérieures à celles de M. *Pallas*, sur la présence d'un sucre cristallisable dans les tiges du maïs, et sur les différences de proportions de la matière sucrée dans ces tiges aux diverses époques de la fructification; par M. *Goutt*. 852

SULFATE DE QUININE. — Note sur un moyen de rendre plus énergique l'action du sulfate de quinine dans le traitement des fièvres intermittentes; par M. *Piorry*.......... 1197

SULFURE DE CARBONE. — Sur les produits de l'action réciproque de l'éthal et du sulfure de carbone; par MM. *de la Provostaye* et *Desains*...................... 592

SULFURE DE FER.—Note sur un nouvel antidote du sublimé corrosif, le sulfure de fer hydraté; Note de M. *Miahle*............. 346

SYNAPISMES. — Sur l'abus qu'on a fait en médecine des synapismes et autres irritants de la peau; par M. *Bonhoure*.......... 518

SYNONYMIES ZOOLOGIQUES.—M. *Guérin-Méneville* soumet au jugement de l'Académie un travail de synonymie zoologique qui doit accompagner, comme texte explicatif, son «Atlas iconographique du Règne animal de Cuvier».................... 684

T

TABLEAUX MÉTÉOROLOGIQUES. — 130, 299, 522, 757, 934...................... et 1124

TARDIGRADES. — Rapport sur un Mémoire de M. *Doyère* concernant la revivification des Tardigrades et des Rotifères; rapporteur M. *Milne Edwards*................ 320

TEINTURE. — Additions à un précédent Mémoire sur un appareil qui permet d'utiliser la chaleur des bains de teinture épuisés; par M. *Pimont*.................. 509

TÉLÉGRAPHES. — Sur les télégraphes de nuit; Mémoire de M. *Cacciolo*.............. 284

— Notes sur les télégraphes de nuit; par M. *Brachet*.............. 284, 514 et 648

— Note sur un télégraphe de nuit; par M. *Cacciolo* (ou *Cocciolo*)................ 284

— Sur la télégraphie nocturne; Note de M. *Magnan*............................ 558

— Note sur un nouveau télégraphe; par M. *Benevel de la Chiesa*................. 735

— Sur la télégraphie nocturne; par M. *Dujardin*............................ *Ibid.*

— M. *Coulier* demande qu'il lui soit permis de présenter de nouveau plusieurs Notes sur la télégraphie qu'il avait adressées précédemment, puis retirées dans l'idée que l'Académie avait renoncé à s'occuper de cette question 809

— Télégraphe de nuit à trois points fixes; par M. *Lonzoni*........................ 1010

— Nouvelles communications relatives au télégraphe de nuit; par M. *Brachet*....... 1199

— Sur un système de télégraphie nocturne essayé à Boulogne en 1812, et établi en 1813 entre Calais et Dunkerque, sous la direction de M. *Lambel*; Note de M. *Peigné*........................... *Ibid.*

TÉLÉOLOGUE. — Figure et description du téléologue, nouveau système de porte-voix; par M. *Lambert*...................... 893

TÉLESCOPES. — M. *Morand* adresse une Note relative à divers passages d'auteurs anciens qui tendraient, suivant lui, à faire penser que les télescopes ont été connus dans des temps fort reculés............ 783

— Remarques à l'occasion de cette observation; par M. *Arago*................. *Ibid.*

TEMPÉRATURE. — Sur les températures des différentes heures dans les hautes latitudes, pendant les jours où le soleil ne paraît pas sur l'horizon; par M. *Bravais*....... 1217

TEMPÉRATURES PROPRES. — Recherches sur les températures végétales; par M. *Rameaux*. 73

TÉNACITÉ. — Recherches sur l'élasticité et la ténacité des métaux; par M. *Wertheim*.. 110

THAPSIA GARGANICA. — M. *Guyon* adresse un échantillon frais d'une racine employée comme purgatif par les Arabes de l'Algérie, et qu'il suppose provenir du *Thapsia garganica*, Desf............... 689 et 1011

TONNERRE. — Sur quelques effets d'un coup de tonnerre tombé, le 10 août, dans l'église de Saint-Laurent-d'Arec; par M. *Ladurantie*............................ 651

TORNADOS. — Note sur les tornados des environs de Lyon; par M. *Fournet*......... *Ibid.*

TREMBLEMENTS DE TERRE. — Nouvelles recherches historiques sur les tremblements de terre; par M. *A. Perrey*.............. 643

— M. *Petit, de Maurienne*, adresse diverses Notices sur des tremblements de terre observés dans la province de Maurienne... 1219

TUFS. — M. *Moigno* adresse des échantillons de tufs volcaniques recueillis dans le ra-

Pages.

vin de Tarreyres (Haute-Loire), et remarquables en ce qu'ils affectent les formes prismatiques des basaltes............ 597

TUMEURS. — Sur le traitement des tumeurs du sein; par M. *Tanchou*........ 926 et 1011

— Réclamation de M. *Pernet* à l'occasion de ce Mémoire........................ 1113

TYPHOÏDE (FIÈVRE). — Mémoire sur la fièvre typhoïde; par M. *Guibert*............... 514

— De la nature des affections dites typhoïdes; par M. *Pascal*...................... 681

TYPOGRAPHIQUES (APPAREILS). — Influence du gérotype sur le sort des ouvriers compositeurs; Note de M. *Gaubert*............ 461

— Rapport sur une machine typographique inventée par M. *Gaubert*; rapporteur M. *Séguier*............................ 1039

— Remarques de M. *Gaubert* à l'occasion de ce Rapport............................ 1199

U

UDOMÈTRE. — M. *Flaugergues* soumet au jugement de l'Académie un nouvel udomètre construit de manière à faire connaître la quantité de pluie tombée par chaque vent.......................... 651

URÉE. — Mémoire sur un émétique arsenical, sur l'urée et sur l'allantoïne; par M. *Pelouze*.................................. 469

— Remarques de M. *Biot* à l'occasion de ce Mémoire............................ 477

URÈTRE. — Sur les rétrécissements de l'urètre; par M. *Civiale*.......................... 733

— Remarques sur la cautérisation de l'urètre; par *le même*.......................... 793

— Réclamation à l'occasion du Mémoire précédent; Lettre de M. *Mercier*........ 851

UTÉRUS. — Mémoire sur les aphthes du col de l'utérus; par M. *Conté de Lévignac*..... 596

V

VACCINE. — M. *Lemazurier* fait connaître les résultats des *revaccinations* qui ont été pratiquées sur 109 élèves du collége de Versailles.............................. 81

— M. *Leymerie* transmet la suite de ses recherches sur la variole et la vaccine..... 1119

VAPEUR. — Addition au Mémoire intitulé : « Observations relatives à l'action motrice exercée sur la surface de plusieurs liquides, tant par le contact de la vapeur de certaines substances que par le contact immédiat de ces mêmes substances »; par M. *Dutrochet*...................... 25

VAPORISATION. — Sur la lenteur de la vaporisation dans les vases incandescents; Note de M. *Person*.......................... 492

— Réclamation de M. *Duprez* à l'occasion de cette communication.................. 777

VARIOLE. — De la petite vérole, de ses causes, et des moyens d'arrêter sa marche et ses effets lorsqu'elle est déclarée; par M. *Seigneurgens*...................... 30

— Sur la méthode ectrotique dans le traitement de la variole; Note de M. *Serres* à l'occasion de la présentation du Mémoire de M. *Seigneurgens*.................... *Ibid.*

Voir aussi au mot *Vaccine*.

VÉGÉTATION. — Influence des murs dégradés sur la végétation dans les forêts; Note de M. *Rossignon*.............................. 225

VENTS. — Note ayant pour titre : « Quelques idées sur la théorie des vents »; par M. *Sollier*.................................. 231

VERNIS. — M. *Marette*, missionnaire au Tonquin, demande à reprendre une Notice sur le vernis chinois qui avait été précédemment présentée en son nom......... 809

VERS A SOIE. — Sur les précautions à prendre pour retarder chaque année l'éclosion d'une certaine portion des œufs de vers à soie de l'année précédente, de manière à pouvoir tirer parti de la seconde feuillaison des mûriers; par M. *Berton*........ 177

VESSIE. — Sur l'hématurie abondante et sur les moyens d'extraire de la vessie les caillots qui la remplissent; par M. *Leroy d'Étiolles*.............................. 507

VISION. — M. *Vallée* prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle ont été envoyés deux Mémoires sur la vision qu'il a successivement présentés.............................. 783

VOLCANS. — Nouvelles observations sur un volcan sous-marin dans l'océan Atlantique; par M. *Daussy*................. 446

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — M. le *Ministre de l'Instruction publique* consulte l'Académie sur l'utilité qu'il pourrait y avoir pour la

Pages.

science à confier à un voyageur qui se prépare à visiter une partie de l'Amérique tropicale, M. *de Castelnau*, divers instruments de physique et de météorologie. 284 et 648
— Rapport sur cette demande.............. 887
— M. l'*évêque d'Amata*, Océanie, annonce le prochain départ d'une mission pour les Nouvelles-Hébrides, la Nouvelle-Calédonie, les îles Fidgi, Samoa et Tonga, et offre de faire faire les observations scientifiques que l'Académie jugera utiles. 931
— M. *Favre*, missionnaire, offre de faire dans l'île de Pulo-Pinang, où il doit séjourner longtemps, les observations de physique et de météorologie qui paraîtraient devoir offrir le plus d'utilité pour la science... 1112
— M. *de Humboldt* présente à l'Académie le second volume du voyage minéralogique et géognostique à l'Oural, à l'Altaï et à la mer Caspienne, par M. *G. Rose*, et donne une analyse de cet ouvrage............ 1202
— Sur un nouveau voyage vers les sources du Nil-Blanc, entrepris par ordre du pacha d'Égypte; Lettre de MM. *d'Arnaud* et *Sabatier* à M. Jomard.................. 1207
— M. *de Barruel-Beauvert*, près de partir pour l'Amérique centrale, offre de faire dans ce pays les observations de physique et de météorologie que l'Académie jugerait convenable de lui indiquer 1218

W

Waggons. — Modèle d'un waggon élastique destiné à atténuer les chocs sur les chemins de fer, quand la locomotive vient à s'arrêter; par M. *Rosselet*............. 684
— M. *Chambard* prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission relativement à une Note qu'il a présentée sur un nouveau système de waggons pour les chemins de fer.................... 899
Voir aussi à *Machines à vapeur*.

Z

Zodiaque. — M. *E. Lecomte* écrit relativement à un zodiaque qui est peint sur les vitraux de la rosace de l'église de Notre-Dame de Paris.............................. 806

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.

AGASSIZ. — Observations sur les glaciers. .... 284, 435 et 736

— Lettre à M. *de Humboldt*, sur les observations de M. *Forbes*, relatives au mouvement des glaciers.................... 1204

AMIOT. — Sur une nouvelle méthode de génération et de discussion des surfaces du second ordre........................ 1196

AMUSSAT. — De la possibilité d'établir une ouverture artificielle sur les intestins colons lombaires, sans ouvrir le péritoine, même chez les enfants imperforés...... 28

— Considérations sur le mécanisme du cours de la bile dans les canaux biliaires..... 641

— M. *Amussat* demande à être compris dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Larrey*.......................... 1011

— Rapport sur les prix de Médecine et de Chirurgie pour l'année 1841. — Récompense accordée à M. *Amussat* pour sa Nouvelle méthode d'entérotomie lombaire... 1140

ANDRAL prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double* 33

ANGEVILLE (D'). — Son ouvrage sur la Statistique de la population française est mentionné honorablement dans le rapport sur le concours au prix de Statistique....... 1127

ANONYMES. — Mémoire sur la nécessité des revaccinations, adressé pour le concours au prix proposé par l'Académie... 559

— Communication relative aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer.. 1199

ARAGO présente quelques remarques à l'occasion d'un Mémoire de M. *Bessel*, sur la réfraction astronomique........... 235

— M. *Arago* annonce qu'il fera, dans une prochaine séance, une communication relative à l'éclipse solaire du 8 juillet..... 236

— M. *Arago* rend compte verbalement des observations de cette éclipse, qui ont été faites, tant en France que dans d'autres pays........................ 396 et 465

— M. *Arago* annonce qu'il a reçu de nouvelles communications relatives à cette éclipse, mais que les divergences entre les observations, même entre celles qui sont faites dans des localités très-voisines, ne permettent pas qu'on présente en ce moment un tableau d'ensemble des phénomènes observés.......................... 559

— M. *Arago*, à l'occasion d'une remarque relative aux illusions qui résultent, dans les observations faites au microscope, d'une mauvaise position donnée à l'oculaire, rappelle une autre source d'erreur signalée par M. *Young* dans les phénomènes de diffraction..................... 345

— M. *Arago* présente des épreuves photographiques obtenues, en une demi-seconde, par M. *Bisson* au moyen du bromure associé au chlore, et sans faire usage de la boîte à l'iode....................... *Ibid.*

— M. *Arago* communique une Lettre de M. *Liouville* relative à la démonstration que M. *Maurice* a donnée du théorème de l'invariabilité des grands axes des planètes 425

— M. *Arago* fait une communication verbale relative à un manuscrit qui portant, par ignorance ou falsification, le nom d'un ancien analyste, obligerait, si on l'acceptait pour ce qu'il est donné, à faire dans l'histoire des mathématiques une énorme altération.................. 461

— M. *Arago* annonce qu'il a reçu copie du manuscrit en question et que, sur un premier aperçu, il croit pouvoir affirmer

MM. Pages.

que cet ouvrage n'est pas de l'auteur auquel on l'attribue..................... 559
— Observations faites à l'Observatoire de Paris, sur l'anneau de Saturne. Anciennes observations de *Picard* sur l'excentricité de l'anneau.......................... 639
— Sur le tubage du puits foré de l'abattoir de Grenelle.......................... 649
— M. *Arago* présente, au nom de l'auteur, M. *Flaugergues*, un nouvel udomètre construit de manière à faire connaître la quantité de pluie tombée par chaque vent. 651
— Remarques à l'occasion d'une Lettre de M. *Durand* sur de prétendues ressemblances entre un Mémoire auquel M. *Arago* a récemment fait allusion et quelques-unes des communications de M. *Durand* lui-même..................... 652
— Remarques à l'occasion d'une Lettre de M. *Galy-Cazalat*, sur le moyen employé pour diminuer la proportion des matières solides rejetées avec l'eau du puits foré de l'abattoir de Grenelle................ 689
— Remarques sur une communication de M. *Vico* relative à Saturne............. 750
— M. *Arago* met sous les yeux de l'Académie des épreuves daguerriennes coloriées après coup par M. *Lechi*.................... 752
— Remarques à l'occasion d'un Mémoire de M. *Cauchy*, ayant pour titre : « Nouveaux phénomènes indiqués par le calcul et qui semblent devoir intéresser les physiciens »................ 762
— Remarques à l'occasion d'une Note de M. *Morand* relative à divers passages d'auteurs anciens qui tendraient, suivant l'auteur de la Note, à faire croire que les télescopes ont été connus dans des temps fort reculés.......................... 783
— M. *Arago* présente, au nom de M. *Bizet*, une coupe du puits foré de Grenelle..... 807
— M. *Arago* donne une idée du plan d'un ouvrage sur le Chili que va publier M. *Gay*. *Ibid.*
— M. *Arago* annonce l'apparition d'une nouvelle comète découverte le 28 octobre par M. *Laugier*............................ 816
— M. *Arago* annonce que, d'après les observations faites à Paris par MM. *Laugier* et *E. Bouvard*, et celles qu'a faites, à Reims, M. *Coulvier-Gravier*, il paraît que la nuit du 12 au 13 novembre n'a pas été marquée par une apparition extraordinaire d'étoiles filantes........................ 930
— Communication relative à une idée ancienne émise par *R. Hooke*, concernant la théorie des ondulations................ 936
— Rapport sur un Mémoire de M. *Laugier*, concernant les taches du Soleil......... 940

MM. Pages.

— Rapport sur deux Mémoires : l'un de M. *E. Bouvard*, l'autre de M. *V. Mauvais*, concernant l'obliquité de l'écliptique... 944
— M. *Arago*, en présentant un travail de M. *Payer* sur la tendance des tiges vers la lumière, rappelle des expériences de M. *de Humboldt*, relatives à l'action de la lumière artificielle pour verdir de jeunes plantes, expériences qui remontent à l'année 1793, et sont, d'après tout ce qu'on peut savoir, les premières qu'on ait faites sur ce sujet. 1194
— M. *Arago* annonce, d'après des Lettres reçues de Montpellier, qu'il y a, pour la chaire de Physique vacante à l'École de pharmacie de cette ville, deux candidats réunissant les conditions exigées........ 1200
M. Arago fait, d'après sa correspondance particulière, des communications relatives aux objets suivants :
— Sur un météore lumineux observé le 11 juillet; Lettre de M. *Lance*................ 127
— Observations sur les glaciers de l'Aar; Lettres de M. *Agassiz*............ 284 et 435
— Sur la phosphorescence des corps; Lettre de M. *Matteucci*...................... 288
— Sur une production d'images analogues à celles qu'a obtenues M. *Möser*; Lettre de M. *Breguet*.......................... 450
— Sur un météore lumineux observé le 12 août au Grand-Lemps; Lettre de M. *Bourdot*.. 451
— Sur les étoiles filantes du mois d'août; Observations de MM. *Littrow*, *L. Bohard*, *Simmonel*, *Laugier*, *Mauvais*, *E. Bouvard* et *Petit*............................ ... 452
— Sur les perturbations que l'aiguille aimantée a subies à Chambéry, les 15 et 16 avril 1842; Tableaux météorologiques adressés par M. *Fatou*............................ 460
— Nouveaux résultats obtenus par les procédés galvanoplastiques; Lettre de M. *Soyer*... 464
— Sur les marées du port de Toulon; Lettre de M. *Chazalon*...................... 562
— Sur un ouragan qui a dévasté la commune de Sallèles d'Aude; Lettre de M. *Hortala*............................... 566
— Observation de l'éclipse du 8 juillet; Lettres de M. *Biela* et de M. *Auguste*, de Berlin.. 649
— Observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk; envoi de M. *Démidoff*........ 735
— Protubérances lumineuses aperçues par *Vasserius*, pendant l'éclipse de 1733, et semblables à celles qui ont été observées dans l'éclipse du 8 juillet 1842; Lettre de M. *Schumacher*..... 752
— Principales observations des astronomes russes relativement à l'éclipse du 8 juillet; Lettre de M. *Schumacher*.............. 797
— Éléments paraboliques de la comète dé-

MM. Pages.

couverte par M. *Laugier*, le 28 octobre; Lettres de M. *Schumacher* et de M. *Valz*.. 948
— Sur les étoiles filantes du mois de novembre; Lettres de MM. *Gaudin* et *Colla*. 1116
— Sur la chute d'un aérolithe aux environs de Langres; Lettre de M. *Vuillemain*....... 1118
— Observations météorologiques faites au collége de Jefferson; Lettre de M. *Chevet*. 1218
— Mouvement propre découvert par M. *Argelander* dans une étoile située par 174° 56′ 1″ d'ascension droite, et 38° 52′ 0″ de déclinaison boréale; Lettre de M. *Schumacher*. 1219
— M. *Arago* est nommé membre de la Commission qui doit faire un Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique, sur l'utilité de confier divers instruments à M. *de Castelnau* pour un voyage en Amérique............................... 284
— M. *Arago* est désigné pour concourir, avec les deux membres de la Section de Géographie et de Navigation, à la préparation d'une liste de candidats pour la place vacante dans cette section par suite du décès de M. *de Freycinet*..................... 789
— M. *Arago* est nommé membre de la Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*......................... 789
— M. *Arago* est nommé membre du conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année scolaire 1842-1843. 947

MM. Pages.

ARCET (D'), est nommé membre de la commission pour le concours concernant les arts insalubres........................ 1096
ARCHBALD annonce avoir inventé un nouveau procédé pour le raffinage du sucre. .... 807 et 856
ARNAUD (D'). — Sur un nouveau voyage aux sources du Nil; Lettre à M. *Jomard*..... 1207
AUBERGIER. Mémoire sur le *lactucarium*. 923
AUDOUARD. — De la périodicité des fièvres intermittentes.................. 167 et 216
AUDOUIN. — M. *le Ministre de l'Agriculture* annonce que l'ouvrage de feu M. *Audouin* sur l'histoire de la pyrale est maintenant terminé, et que l'Académie peut faire prendre dans ses bureaux les numéros qui complètent l'exemplaire qui lui est destiné.................................. 927

B

BABINET. — Sur la variation de hauteur des deux points neutres dans l'atmosphère pendant l'éclipse du 8 juillet........... 43
— M. *Babinet* est nommé membre de la Commission qui doit faire un Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique, sur l'utilité de confier divers instruments à M. *de Castelnau* pour un voyage qu'il projette dans l'Amérique méridionale...... 284
— Rapport sur cette demande............. 887
— Sur la transmission de la lumière par des canaux sinueux....................... 802
BARRUEL. — Note sur la composition des bagasses............................ 283
— Sur la fabrication de l'acide sulfurique dans le traitement des pyrites de fer.... 898
— Note sur un appareil destiné à condenser la vapeur qui s'échappe des machines à vapeur.............................. 1218
BARRUEL-BEAUVERT (De), près de partir pour l'Amérique centrale, offre de faire dans ce pays les observations de physique et de météorologie que l'Académie croirait devoir lui indiquer................... 1218
BEAUVOISIN. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 26 décembre).............. 1219
BECQUEREL. — Note sur un procédé de M. *Belfield-Lefèvre* pour la fabrication du plaqué d'argent au moyen de la galvanoplastique.......................... 32
— Observations sur une Lettre de M. *Matteucci* relative à la distinction à établir entre la transparence des corps et leur perméabilité à la phosphorescence. — Remarques sur un Mémoire de M. *de Ruolz*, présenté dans la séance du 8 août....... 366 et 433
— M. *Becquerel*, en faisant hommage à l'Académie du premier volume de son « Traité de Physique », donne une idée du plan de cet ouvrage....................... 728
BECQUEREL (A.). — Un encouragement lui est accordée pour ses Recherches sur la Séméiotique des Urines (concours de Médecine et de Chirurgie pour 1841)....... 1140
BÉGIN prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place devenue vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par suite du décès de M. *Larrey*............ 736
BELFIELD-LEFÈVRE. — Fabrication du plaqué d'argent au moyen des procédés galvanoplastiques...................... 32
BELLAIRE. — Statistique de la Corse..... 684
BELLINGIERI, de Turin. — Une mention honorable lui est accordée pour ses Recherches sur la fécondité des Mammifères, le

MM. Pages.

nombre et la position des mamelles, les proportions des sexes dans les naissances, etc. (concours de physiologie expérimentale pour 1841)........................ 1138

BENEVAL DE LA CHIESA. — Note sur un nouveau télégraphe.................... 735

BÉRARD est présenté par la Section de Géographie et de Navigation comme un des candidats pour la place laissée vacante par la mort de M. *de Freycinet*............. 900

BERTON. — Sur les précautions à prendre pour retarder l'éclosion d'une certaine portion d'œufs de vers à soie, de manière à pouvoir tirer parti de la seconde feuillaison des mûriers..................... 177

BERTOU. — Lettre relative à ses observations sur le niveau de la mer Morte.......... 955

BESSEL. — Mémoire sur la réfraction astronomique............................ 181

BIANCHI écrit de Toulouse qu'il est parvenu à obtenir des images photographiques d'objets éclairés par une lumière artificielle.............................. 173

BINEAU. — Mémoire sur les combinaisons de l'eau et des hydracides.............. 775

BINET. — Sur la transformation de *Pfaff* relative aux fonctions différentielles linéaires contenant un nombre pair de variables.............................. 74

BIOT. — Rapport sur un Mémoire de M. *Pallas*, relatif à l'influence de la fructification sur les phénomènes nutritifs de certains végétaux..................... 426

— Remarques à l'occasion d'un Mémoire de M. Pelouze sur l'émétique arséniqué, l'urée et l'allantoïne..................... 477

— Recherches expérimentales sur les produits sucrés du maïs (en commun avec M. *Soubeiran*)............................... 523

— Sur l'emploi des propriétés optiques pour l'analyse quantitative des solutions qui contiennent des substances douées du pouvoir rotatoire..................... 619

— Sur le degré de précision des caractères optiques dans leur application à l'analyse des matières sucrées et dans leur emploi comme caractère distinctif des corps.... 693

— Remarques à l'occasion d'une réclamation de M. *Pallas* relative au rapport qui a été fait sur son Mémoire, concernant le sucre contenu dans les tiges de maïs......... 781

— Sur un point de l'histoire de l'optique relatif aux phénomènes de la polarisation. 962

BIOT (Ed.). — Notes sur la comète observée en Chine en 1301, extraites de la grande collection des historiens de la Chine (en commun avec M. *Stanislas Julien*). 929 et 951

BISSON. — Épreuves photographiques obtenues dans une demi-seconde au moyen du brome associé au chlore, et sans faire usage de la boîte à l'iode............... 345

BIZET. — Coupe du puits foré de l'abattoir de Grenelle, où se trouvent indiquées la nature et la puissance des couches traversées. 807

BIZIO. — Notice historique sur la découverte de la véritable pourpre des anciens. — Examen de la liqueur purpurigène du *Murex brandaris* et du *M. trunculus*..... 1008

BLAINVILLE (De). — Rapport sur quatre Mémoires de M. *Laurent* relatifs à l'Hydre vulgaire................................ 373

— M. *de Blainville* est élu membre de la Commission pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon...... 1187

BLEIN. — Remarques sur quelques rapports qui paraissent exister entre certains phénomènes optiques et des phénomènes acoustiques.......................... 1217

BLOCH. — Sur les moyens de diminuer les dangers des chemins de fer. 512

BOHARD. — Observations sur les étoiles filantes du mois d'août.................. 452

BOILEAU. — Mémoire ayant pour titre : « Application géométrique du mouvement »............................. 594

BONAPARTE (L.-L.). — Lettre à l'occasion d'une réclamation de priorité sur l'emploi en médecine du lactate de quinine................................. 1216

BONHOURE. — Sur l'abus qu'on a fait des sinapismes et autres irritants de la peau. 518

— Sondes urétrales recouvertes extérieurement d'une couche de gomme arabique. .... 778 et 894

BONNAFONT. — Expériences sur les effets de l'eau hémostatique................ 1017

BONNARD (De) est nommé membre de la Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*.................... 789

BOQUILLON. — Note sur l'électrotypie ou galvanoplastique et sur quelques faits qui s'y rattachent......................... 508

— M. *Boquillon* présente deux épreuves en creux d'une planche gravée, qu'il a obtenues par les procédés galvanoplastiques, d'une seule épreuve en relief, laquelle avait été elle-même obtenue de la planche originale par les mêmes procédés....... 850

BORY DE SAINT-VINCENT. — Remarques à l'occasion du rapport fait sur un Mémoire de M. *Doyère*, concernant la revivification des Tardigrades et des Rotifères................................ 326

BOSSEY. — Le prix fondé par madame la

MM. Pages.

marquise de Laplace lui est décerné comme au premier élève sortant de l'École Polytechnique, promotion de 1841...... 1137
BOUILLAUD. — Une récompense lui est accordée pour deux ouvrages, l'un sur les maladies du cœur, l'autre sur le rhumatisme, qu'il a présentés au concours de Médecine et de Chirurgie de 1841...... 1140
BOURDOT. — Sur un météore lumineux observé au Grand-Lemps, le 12 août 1842. 451
BOURGERY prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par suite du décès de M. *Double*.................... 33
— Recherches sur la structure intime des poumons dans l'homme et les mammifères.... .... 63 et 107
— Rapport de la structure anatomique avec la capacité fonctionnelle des poumons dans les deux sexes et à différents âges.. 590
BOURGUIGNON. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 19 septembre). 601
BOUROS écrit relativement à un gisement d'os fossiles découvert il y a quelque temps, dans une colline voisine d'Athènes. 230
BOUSSINGAULT. — Mémoire sur les engrais ; 2^e^ partie (en commun avec M. *Payen*)........................... 657
BOUVARD (Eug.). — Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août............ 452
— Sur l'obliquité de l'écliptique. (Rapport sur ce Mémoire.)........................ 944
BRACHET. — Nouvelles Notes sur la télégraphie nocturne....... 284, 514, 648 et 1199
BRAVAIS est présenté par la Section d'Astronomie comme un des candidats pour une place vacante de correspondant.... 353
— Observations sur les lignes d'ancien niveau de la mer sur les côtes du Finmark. (Rapport sur ce Mémoire.)................. 817
— M. *Bravais* demande l'autorisation de reprendre ce Mémoire, lequel doit faire partie de la publication du dernier voyage scientifique au nord de l'Europe........ 931
— Sur les températures des différentes heures dans les hautes latitudes pendant les jours où le soleil ne paraît pas sur l'horizon... 1217
BREGUET. — Sur un phénomène concernant la formation des images de *Möser*...... 450
BRESCHET est nommé membre de la Commission de Médecine et Chirurgie pour les prix Montyon........................ 1187
BUISSON écrit relativement à une méthode de traitement qu'il propose d'employer contre l'hydrophobie et dont il a déjà fait l'objet de plusieurs communications à l'Académie.................... 296
— M. *Buisson* sollicite de nouveau un rapport sur les diverses communications qu'il a faites à l'Académie relativement à la rage et au traitement de cette maladie....... 569
— M. *Buisson* écrit relativement à un cas dans lequel l'hydrophobie se serait déclarée chez un sujet soumis à la cautérisation.. 899
BURAT. — Description géologique du bassin houiller de Saône-et-Loire. (Rapport sur ce Mémoire.)....................... 205

C

CACCIOLO ou COCCIOLO. — Mémoire sur les télégraphes de nuit............... 284
CAFFE écrit relativement au monument qu'on projette d'élever par souscription à la mémoire de feu *Berthollet*......... 1218
CAHOURS. — Note en réponse à une réclamation de priorité élevée par M. *Laurent* relativement aux acides draconique et nitro-draconique. — Nouvelles recherches sur l'essence d'anis.................. 804
— Mémoire sur les matières azotées neutres de l'organisation (en commun avec M. *Dumas*).............................. 976
CARRAND. — Note sur une modification proposée pour les rails des chemins de fer, dans le but d'empêcher le déraillement des waggons.......................... 796
CARUS. — Sur un nouveau système de phrénologie.......................... 516
CARVILLE. — L'Académie décerne à M. Carville le prix de mécanique de la fondation Montyon (concours de 1841), pour sa machine à mouler des briques...... 39 et 1126
CASTEL prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double*.................. 930
CASTELNAU (De). — Mémoire sur le système silurien de l'Amérique septentrionale... 327
— Observations relatives à l'histoire naturelle de la Floride du milieu. (Rapport sur ce travail.)........................... 1045
CAUCHY. — Mémoire sur l'emploi du nouveau calcul appelé calcul des limites, dans l'intégration d'un système d'équations différentielles.................. 14
— Mémoire sur l'emploi du calcul des limites

MM. Pages.

dans l'intégration d'un système d'équation aux dérivées partielles.. 25, 44 et 85
— Note sur l'application du calcul des limites à l'intégration des équations différentielles de notre système planétaire...... 59
— Mémoire sur les intégrales des systèmes d'équations différentielles ou aux dérivées partielles, et sur les développements de ces intégrales en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes d'un paramètre que renferment les équations proposées........................ 101 et 141
— Note sur les substitutions qui abaissent le degré d'une équation entre deux variables, et sur l'emploi de ces substitutions dans la théorie des intégrales abéliennes..... 102
— Note sur une démonstration très-simple d'un théorème qui comprend comme cas particulier le théorème fondamental sur lequel repose la théorie des constantes arbitraires.......................... *Ibid.*
— Mémoire sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordres quelconques, et sur leur réduction à des systèmes d'équations linéaires du premier ordre..... 131
— Note sur divers théorèmes relatifs au calcul des limites........................ 138
— Mémoire sur les variations des éléments du mouvement elliptique des planètes...... 186
— Mémoire sur le calcul des limites appliqué de diverses manières à l'intégration des systèmes d'équations différentielles..... 188
— Note sur une loi de réciprocité entre deux systèmes de valeurs de variables assujetties à vérifier des équations différentielles du premier ordre, et sur un théorème relatif à ces équations...................... 200
— Théorie nouvelle des mouvements planétaires, ou application du calcul des résidus à l'astronomie......................... 255
— Sur le nouveau développement de la fonction perturbatrice et sur diverses formules qui rendent plus facile l'application du calcul des résidus à l'astronomie....... 301
— Détermination rigoureuse des termes séculaires dans le nouveau développement de la fonction perturbatrice..... 357
— Remarques à l'occasion d'un Mémoire de M. *Libri* sur l'emploi des fonctions continues, dans l'analyse, pour la recherche des formules générales............... .. 410
— Note sur une formule qui sert à développer suivant les puissances entières d'un accroissement attribué au cosinus d'un arc, les accroissements correspondants que prennent les cosinus des multiples de cet arc................................ 411
— Note sur le calcul des phénomènes que présente la lumière réfléchie ou réfractée par la surface d'un corps transparent ou opaque............................. 418
— Décomposition de la fonction perturbatrice en produits de facteurs dont chacun se rapporte à un seule planète............ 478
— Méthode abrégée pour la recherche des lois suivant lesquelles la lumière se trouve réfléchie ou réfractée par la surface d'un corps transparent ou opaque 542
— Note sur la diffraction de la lumière. 554 et 573
— Mémoire sur les phénomènes des ombres et de la diffraction............ 605 et 670
— Mémoires sur les rayons diffractés qui peuvent être transmis ou réfléchis par la surface de séparation de deux milieux diaphanes.......................... 712
— Mémoires sur de nouveaux phénomènes indiqués par le calcul, principalement relativement à la diffraction du son....... 759
— Note sur les principales différences qui existent entre les ondes lumineuses et les ondes sonores.. 813
— Mémoires sur l'application de l'analyse mathématique à la recherche des lois générales des phénomènes observés par les physiciens, et en particulier, sur les lois générales de la polarisation................ 910
— Rapport sur une note de M. *Passot*, relative aux forces centrales..................... 9
— M. *Cauchy* fait hommage à l'Académie de la 19e livraison du tome II de ses « Exercices d'analyse et de physique mathématique »........................... 937
— Sur les lois de la dipersion plane et de la dispersion circulaire dans les milieux isophanes................... 1000 et 1076
— Mémoire relatif à de nouvelles formules générales qui renferment les lois suivant lesquelles un rayon lumineux est réfléchi et réfracté par la surface de séparation de deux milieux isophanes, dans le cas où l'on tient compte de la dispersion des couleurs........................... 1038
— Note au sujet d'un article publié par M. *Biot* dans le *Journal des Savants* (novembre 1842)............................... 1075
— Mémoire sur les dilatations, les condensations et les rotations produites par un changement de forme dans un système de points matériels...................... 1166
CAUSSE. — Sur une défense fossile d'éléphants trouvée à Rivière, département du Tarn............................... 809
CAUVY. — Sur quelques combinaisons du phosphore avec les corps halogènes...... 1214
CAVARRA. — Nouvel appareil pour faire le vide.............................. 175

MM. Pages.

— Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 25 juillet)........................... 178

CHALLUAU. — Notice sur le calcul de la surface des plans; nouvel instrument et nouvelle méthode pour rendre cette opération à la fois plus expéditive et plus exacte............................... 283

CHAMBART. — Sur les moyens de diminuer les dangers des chemins de fer.... 559 et 899

CHAMPEAU (De) demande l'autorisation de reprendre plusieurs mémoires qu'il avait successivement présentés, et sur lesquels il n'a pas encore été fait de Rapports.... 931

CHASSANG. — Communication relative aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer........................ 32

CHASTELUS, propriétaire de houillères, prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée d'examiner un appareil présenté par M. *Chuart*, comme propre à avertir des dangers auxquels peuvent exposer les mélanges détonants qui se répandent dans certaines galeries de mines............................ 1218

CHATIN. — Dépôt de deux paquets cachetés (séance du 26 décembre).............. 1219

CHAUFFARD prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire un rapport sur l'emploi des tissus de coton dans la voilure des navires.......... 38

CHAZALON. — Sur les marées de Toulon.. 562

CHEVALLIER. — Me veuve *Fulgis Chevallier*, en adressant de Fribourg le 1er volume d'un ouvrage sur les champignons, publié par son mari, exprime le désir de voir quelque botaniste français entreprendre la continuation de ce travail interrompu par la mort de l'auteur.............. 38

CHEVREUL fait hommage au nom de l'auteur, M. *Mulsant*, du 2e volume de « l'Histoire des Coléoptères de France ».......... 119

— M. *Chevreul* communique une Lettre de M. *Fritzsche* sur l'indigotine........... 738

— M. *Chevreul* est nommé membre de la Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*.............................. 789

CHUART. — Nouvelle communication relative au gazoscope, appareil destiné à annoncer la présence du gaz hydrogène carboné dans l'air d'un appartement ou d'une galerie de mine, avant que le mélange ne soit devenu susceptible de détoner........... 806

— M. *Chuart* adresse l'extrait d'un compte rendu officiel sur l'explosion qui a eu lieu à la mine de Firminy, dans le but de montrer que, contrairement à ce qu'on avait dit, l'emploi de son appareil aurait pu prévenir l'accident................ 1119

— Mémoire sur un essieu de garde pour la rupture des essieux des machines locomotives.............................. 1198

CIVIALE. — Sur les rétrécissements de l'urètre................................ 733

— Remarques sur la cautérisation de l'urètre. 793

CLAUDEL (Modeste). — Mémoire sur la théorie des nombres.................... 432

CLAUDET met sous les yeux de l'Académie diverses épreuves photographiques qui permettent d'apprécier les avantages de diverses modifications qu'il a introduites dans les procédés opératoires........... 1120

COCCIOLO ou CACCIOLO. — Sur les télégraphes de nuit....................... 284

COIFFÉ. — Note sur un nouveau moteur.. 119

COLETTI, chargé d'affaires de S. M. le Roi des Grecs, remercie l'Académie pour le don qu'elle a fait à la Bibliothèque d'Athènes de ses *Mémoires* et de ses *Comptes rendus*.............................. 81

COLLA. — Sur les étoiles filantes du mois de novembre.............................. 1116

COLLADON. — Sur les réflexions d'un rayon de lumière à l'intérieur d'une veine liquide parabolique.................... 800

— Sur la mesure du travail des machines marines, et sur la résistance des coques de bateaux à vapeur...................... 890

CONTÉ DE LEVIGNAC. — Mémoire sur les aphtes du col de l'utérus............... 596

CONTÉ écrit que, depuis plus de deux ans, il a proposé la substitution du lactate au sulfate de quinine, substitution qui a été depuis recommandée également, et en se fondant sur les mêmes motifs, par M. *Lucien Bonaparte*, fils du prince de Canino. 898

— Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 28 novembre)............................ 1018

CORABOEUF est présenté comme un des candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*.............................. 857

CORIOLIS, au nom de la Commission pour le prix de Mécanique, fait le Rapport sur les pièces adressées au concours de 1841. 39

— Est nommé membre de la Commission pour le prix de Mécanique.................. 1096

CORNAY. — Sur les moyens de conserver les cadavres, préalablement embaumés, sous des enveloppes métalliques qui en reproduisent exactement les formes, enveloppes que l'on obtient au moyen des procédés galvanoplastiques............... 678 et 856

— Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 10 octobre).............................. 754

MM. Pages.

— Instruments pour l'embaumement des corps 926
— M. *Cornay* annonce l'envoi prochain d'un nouveau Mémoire sur l'embaumement... 1119
CORTAZAR. — Mémoire sur le calcul des intérêts.......... 796
CORTEUIL écrit relativement à diverses inventions qu'il désirerait soumettre au jugement de l'Académie.......... 784
COSTE. — Sur la formation de la caduque dans l'œuf humain...... 37, 59, 162 et 224
COUCHÉ adresse quelques considérations sur l'influence que peuvent avoir, relativement à notre globe, les mouvements que font à sa surface les êtres animés... 956
COULIER annonce qu'il est fait mention, dans un ouvrage russe, d'une traduction japonaise des OEuvres de Laplace....... 466
— Lettre relative à différentes communications que l'auteur avait faites précédemment sur la télégraphie.......... 809
COULVIER-GRAVIER. — Nouvelles séries d'observations sur la direction générale des étoiles filantes dans les différentes nuits, considérée comme indice des changements de temps.......... 514 et 754
COZE. — Remarques sur les effets généraux de diverses classes de médicaments......... 746
CRUVEILHIER prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante par suite du décès de M. *Double*.......... 225

D

DAMIANI écrit relativement à une production calcaire, remarquable par ses dimensions, qu'il a eu occasion d'observer en Corse.. 81
DANGER et *Flandin* écrivent qu'ayant examiné la composition des bougies de l'Étoile pour s'assurer si, comme on l'avait annoncé, il existait de l'arsenic dans la préparation des mèches, ils n'ont pu y découvrir aucune trace de ce métal. 1217
D'ANGEVILLE. — Une mention honorable lui est accordée pour son ouvrage sur la Statistique de la population française... 1127
D'ARNAUD. — Sur un nouveau voyage aux sources du Nil.......... 1207
DAUSSY. — Nouvelles observations sur un volcan sous-marin dans l'océan Atlantique.. 446
— M. *Daussy* est présenté par la Section de Géographie et de Navigation comme l'un des candidats pour la place laissée vacante par la mort de M. *de Freycinet*......... 900
DAVIS. — Nouvelles expériences kératoplastiques (en commun avec M. *Feldmann*)... 851
DELAFOND. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 5 septembre).......... 519
DELARUE. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 19 septembre).......... 601
DELARUE. — Observations météorologiques faites à Dijon dans les six premiers mois de 1842.......... 119, 806 et 1218
DELESSERT adresse l'extrait d'une lettre de M. *Delille*, relative à quelques observations faites à Montpellier durant l'éclipse de soleil du 8 juillet.......... 80
DELILLE. — Observations faites à Montpellier durant l'éclipse de soleil du 8 juillet.......... 80
DÉMIDOFF. — Observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk, pendant le premier semestre de 1842.......... 736
DEMONFERRAND, inscrit pour la lecture d'un Mémoire concernant les lois de la mortalité, présente, pour prendre date, ce Mémoire à la signature de M. le Secrétaire perpétuel.......... 1017
— Remarques sur les lois générales de la population découvertes par M. *Pouillet*... 1096
DESAINS. — Sur les produits de l'action réciproque de l'éthal et du sulfure de carbone (en commun avec M. *de la Provostaye*).. 592
DESMEAUX. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 28 novembre).......... 1018
DESOR. — Observations faites dans une ascension au Schreckhorn.......... 461
DESTOUCHES adresse les tableaux des observations météorologiques faites au Caire pendant les années 1840 et 1841......... 230
DEVILLIERS. — Nouvelles recherches sur quelques maladies particulières à la membrane caduque.......... 647
DEVISMES soumet au jugement de l'Académie un fusil à chambres tournantes sans batterie extérieure.......... 646
— Note en réponse à des réclamations survenues à l'occasion de cette présentation 735
DIRECTEUR DE L'ADMINISTRATION DES DOUANES adresse un exemplaire du « Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1841 »..... 927
DOYÈRE. — Nouvelles observations concernant les effets des forces épipoliques..... 176
— Observations sur la revivification des Tar-

MM. Pages.

digrades et des Rotifères. (Rapport sur ce Mémoire.)........................ 320
— Note sur quelques points de l'anatomie des Hydres d'eau douce 429
DUCIS présente un anémomètre portatif.... 466
DUCROS. — Sur un nouveau mode de traitement de l'asthme nerveux............. 598
— Des effets de l'ammoniaque dans le traitement de l'amaurose.................. 647
— Emploi de l'ammoniaque et du nitrate acide de mercure dans le traitement de certaines paralysies...... 684
— Manifestations électriques chez l'homme pendant des accès de névralgie.......... 735
— Des plexus nerveux considérés sous le point de vue thérapeutique................. 774
— Sur quelques cas d'empoisonnements arrêtés ou retardés chez certains animaux par l'action de la machine électrique.... 1198
DUFAU. — Sur la proposition de la Commission chargée de l'examen des pièces envoyées au concours pour le prix de statistique, année 1841, un prix est accordé à M. Dufau pour l'ouvrage qu'il a présenté sous le titre de « Traité de statistique, ou Théorie de l'étude des lois d'après lesquelles se développent les faits sociaux; suivi d'un Essai de statistique physique et morale de la population française»...... 1126
DUFOUR (Léon). — Mention honorable accordée à M. *Dufour*, au concours de physiologie expérimentale de 1841, pour ses recherches sur les métamorphoses de certains insectes.......................... 1138
DUFRÉNOY présente au nom de M. *Thenard*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, une addition à une première Note sur un système de freins pour les waggons des chemins de fer.. 69
— Rapport sur un Mémoire de M. *A. Burat*, intitulé : « Description géologique du bassin houiller de Saône-et-Loire »..... 205
— Examen chimique et microscopique d'une poudre recueillie à Amphissa, en Grèce, après une pluie lente et douce.......... 580
DUHAMEL. — Mémoire sur un phénomène relatif à la communication des mouvements vibratoires.................... 1
DUJARDIN. — Mémoire sur les *Gordius* et sur les *Mermis*. 117
— Un ouvrage de M. Dujardin, ayant pour titre: « Manuel de l'observateur au microscope », est présenté à l'Académie par M. *Flourens*, qui donne une idée du plan de cet ouvrage...................... 344
DUJARDIN. — Note sur la télégraphie nocturne............................... 735
DULIÈVRE. — Lettre concernant l'atmosphère lunaire........................ 1017
DUMAS met sous les yeux de l'Académie deux échantillons d'empierrements exécutés au moyen du rouleau compresseur de M. *Schattenmann*.................. 278
— M. *Dumas* présente, au nom de l'auteur, M. *Péligot*, un Mémoire imprimé sur la fabrication du sucre et la composition de la canne............................ 778
— M. *Dumas* est nommé membre de la Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*............................ 789
— Remarques à l'occasion d'une communication de M. *de Romanet* sur les fromageries communes........................... 792
— M. *Dumas* communique des expériences de M. *Matteucci* relatives à l'électricité animale, expériences dont les résultats étaient déjà en partie indiqués dans une Note déposée sous enveloppe cachetée le 28 février 1842............................... 797
— Loi de composition des principaux acides gras.................................. 935
— Mémoire sur les matières azotées neutres de l'organisation (en commun avec M. *Cahours*)............................. 976
— M. *Dumas* est nommé membre de la Commission pour le concours concernant les Arts insalubres..................... 1096
— Et de la Commission de Médecine et de Chirurgie pour les prix de la fondation Montyon............................. 1187
DUMÉRIL est adjoint à la Commission chargée de constater les résultats d'une méthode proposée par M. *Pinett*, pour le traitement de certaines déviations de l'épine dorsale par l'emploi des procédés gymnastiques......................... 81
— Rapport sur un manuscrit de M. *Guérin-Méneville*, portant le titre de « Texte explicatif de l'iconographie du Règne animal de G. Cuvier »................... 937
— M. *Duméril* est nommé, en remplacement de M. *Larrey*, membre d'une Commission chargée de l'examen de diverses Notes de M. *Guyon*, concernant des questions chirurgicales 1096
— Et de la Commission pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon................................ 1187
DUMESNIL, un des descendants de *Papin*, annonce qu'un portrait de cet homme célèbre est conservé dans l'Université de Marbourg. 559
DUPERREY est présenté par la Section de Géographie et de Navigation, comme l'un des candidats pour la place laissée vacante

MM. Pages.

par la mort de M. *de Freycinet*... 900
— M. *Duperrey* est élu à la place qui était restée vacante, dans la Section de Géographie et de Navigation, par suite du décès de M. *de Freycinet*.................... 919
— Ordonnance royale qui confirme sa nomination............................ 948
DUPIN (Ch.). — Observations et calculs sur les variations du rapport entre le nombre des naissances du sexe masculin et du sexe féminin........... 1028
— M. *Dupin* est nommé membre de la Commission pour le prix de Mécanique...... 1096
— Et de la Commission pour le prix de Statistique.................... .... *Ibid.*
— M. *Dupin* fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de publier sous le titre de « Progrès moraux de la population parisienne depuis l'établissement de la Caisse d'épargne ».................. 1166
DUPONT adresse des épreuves obtenues d'une planche gravée en relief sur pierre, et annonce que ces épreuves sont obtenues avec la planche originale sans qu'il soit besoin de cliché métallique............. 1199
DUPREZ réclame la priorité relativement à une idée émise par M. *Person* dans un Mémoire sur la lenteur de la vaporisation dans des vases incandescents........... 777
DURAND. — Sur un nouveau composé d'iode. 346
DURAND adresse un Mémoire sur diverses questions de physique générale qu'il croit avoir été traitées dans un manuscrit dont M. *Arago* a parlé comme intéressant

MM. Pages.

l'histoire des mathématiques........... 652
— Réclamation à l'occasion d'un Rapport qui a été fait sur divers Mémoires présentés successivement par lui................. 1113
DUTROCHET. — Addition au Mémoire intitulé : « Observations relatives à l'action motrice exercée sur la surface de plusieurs liquides, tant par le contact de la vapeur de certaines substances que par le contact immédiat de ces mêmes substances ».... 25
DUVERNOY. — Notices pour servir à la monographie du genre Musaraigne (*Sorex*, Cuv.), 1^re partie, comprenant l'histoire naturelle systématique ou classique du genre et des quinze espèces figurées dans ces Notices. 7
— Sur les dents de Musaraignes considérées dans leur composition et leur structure intime, leurs rapports avec les mâchoires, leur développement et leur succession. 270, 304 et........................... 483
— Supplément historique à ses Mémoires sur les dents des mammifères, et plus particulièrement des Musaraignes........... 1000
— Remarques à l'occasion d'une communication de M. *Milne Edwards*, sur l'organisation des Hydres...... 400
DUVIVIER. — Examen physiologique et pathologique des blessures faites par les armes blanches et les armes à feu......... 597
— M. *Duvivier* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite de la mort de M. *Larrey*........... *Ibid.*

E

EDWARDS (Milne). — Rapport sur un Mémoire de M. *Doyère*, relatif à la revivification des Tardigrades et des Rotifères. 320
— Note sur l'organisation des Hydres....... 399
— M. *Milne Edwards*, en présentant un ouvrage de M. *Joly* sur l'*Isaura cycladoides*, exprime le regret d'avoir été empêché par des circonstances indépendantes de sa volonté de faire un Rapport sur ce travail... 551
— M. *Milne Edwards* entretient l'Académie de quelques faits relatifs à l'organisation des animaux sans vertèbres, constatés récemment par M. *de Quatrefages*........ 798
— M. *Milne Edwards* est désigné pour faire partie de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyé un Mémoire de M. *de Castelnau* 1007
EHRENBERG adresse des briques faites avec l'argile à infusoires de Berlin, briques assez légères pour flotter sur l'eau quand leur surface est recouverte d'une couche imperméable 649
ÉLIE DE BEAUMONT. — Rapport sur un Mémoire de M. *J. Itier*, intitulé : « Notice géologique sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain »......... 366
— Rapport sur un Mémoire de M. *Bravais*, concernant les lignes d'ancien niveau de la mer sur les côtes du Finmark........ 817
— M. *Élie de Beaumont* communique, d'après une Lettre de M. *Desor*, des observations recueillies dans une ascension sur le Schreckhorn......................... 461
ELKINGTON. — L'Académie lui décerne un prix pour son procédé de dorure par la voie humide, et pour ses procédés relatifs à la dorure galvanique (Rapport de la Commission des prix concernant les

MM. Pages.

arts insalubres. Concours de 1841)..... 1139

ERMAN. — Sur la différence de la pression atmosphérique à la surface des mers.... 214

ÉVÊQUE D'AMATA (M. L') écrit que les missionnaires établis dans les Nouvelles-Hébrides, la Nouvelle-Calédonie, etc., sont disposés à faire dans ces pays les diverses observations de météorologie et de physique du globe qui pourraient être jugées utiles pour l'avancement de la science, et qu'ils demandent à ce sujet les instructions de l'Académie............. 931

F

FABRE (l'Abbé). — Observations météorologiques faites dans les Florides pendant l'année 1841 et le premier semestre de 1842 1112

FAIVRE est présenté comme un des candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*...... 857

FARDET. — Communication relative aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer.......................... 1199

FATOU. — Perturbations de l'aiguille aimantée, observées à Chambéry les 15 et 16 avril 1842........................ 460

FAURE. — De l'innocuité de la ponction de la poitrine, dans les épanchements pleurétiques............................ 593

— Addition à un précédent Mémoire sur l'innocuité de la ponction de la poitrine, pour remédier aux épanchements pleurétiques.............................. 1009

FAVRE, missionnaire apostolique, offre de faire, à l'île de Pulo-Pinang, où il doit résider longtemps, les observations de physique et de météorologie que l'Académie jugerait convenable de lui indiquer. 1112

FAVRE. — Analyse des carbonates ammoniacaux de zinc et de magnésie......... 683

FELDMANN. — Note sur des expériences faites en commun avec M. *Davis*, concernant la kératoplastie, c'est-à-dire la transplantation de la cornée transparente d'un œil à un autre................. 851 et 1111

FERNANDEZ demande à répéter devant une Commission de l'Académie, des expériences sur les effets d'une liqueur à l'aide de laquelle il annonce avoir arrêté de graves hémorragies 784

FÈVRE prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*. 225

FIGUIER. — La Section de Physique présente M. *Figuier* fils comme candidat pour la place de professeur-adjoint à l'École de pharmacie de Montpellier............. 1121

FIGUIERI soumet au jugement de l'Académie un appareil qu'il croit propre à représenter les mouvements des corps célestes. 778

FINIZIO. — Description et figure d'un nouveau céphalotribe.................... 1197

FIZEAU. — Sur les causes qui concourent à la production des images de Möser...... 896

FLANDIN et *Danger* écrivent qu'ayant examiné la composition des bougies de l'Étoile, pour s'assurer si, comme on l'avait annoncé, il entrait de l'arsenic dans la préparation des mèches, ils n'ont pu y découvrir aucune trace de ce métal. 1217

FLAUGERGUES. — Nouvel udomètre construit de manière à faire connaître la quantité de pluie tombée par chaque vent................................ 651

FLOURENS fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de faire paraître sous le titre « d'Examen de la phrénologie ». 147

— M. *Flourens*, en présentant les deux premiers volumes du «Dictionnaire universel d'histoire naturelle » publié sous la direction de M. *Ch. d'Orbigny*, donne une idée des principaux points par lesquels cet ouvrage se distingue de ceux qui ont déjà paru sur le même sujet.... 343

— M. *Flourens*, en présentant au nom de l'auteur, M. *Dujardin*, un « Manuel de l'observateur au microscope », donne une idée du plan de cet ouvrage............ 344

— Remarques à l'occasion d'un Mémoire de M. *Milne Edwards* sur l'organisation des Hydres 400

— M. *Flourens* présente, au nom de l'auteur, M. *Mandl*, une nouvelle livraison de son Anatomie microscopique, et expose un résumé des recherches de l'auteur sur la composition des globules du lait....... 515

— M. *Flourens* annonce que les ouvrages de M. *Schmalz*, sur les sourds-muets, sont arrivés en temps utile pour le concours, et que c'est par erreur qu'ils avaient été déposés à la Bibliothèque au lieu d'être présentés à l'Académie............... 559

— M. *Flourens* présente, au nom de l'auteur M. *Ratzeburg*, la 2^e édition de son ouvrage sur les insectes nuisibles aux forêts. ... 601

— M. *Flourens*, en présentant divers ouvrages

MM. Pages.

de M. *Parchappe*, relatifs à l'aliénation mentale, à ses causes et à son traitement, indique quelques-uns des résultats auxquels l'auteur est arrivé dans le cours des recherches qui font le sujet de ces diverses publications 686

— M. *Flourens* présente également, au nom de l'auteur, M. *delle Chiaje*, des recherches sur le système nerveux des Mollusques céphalopodes, et un Rapport sur un travail de M. *Nicolucci* relatif à l'anatomie des salamandres aquatiques 688

— M. *Flourens* présente un extrait en français des recherches de M. *Retzius* sur la composition et le mode de développement des dents 774

— M. *Flourens*, en présentant une Note de MM. *Feldmann* et *Davis* sur de nouvelles expériences kératoplastiques, y joint quelques développements d'après une communication verbale que lui a faite un des auteurs 851

— M. *Flourens*, en faisant hommage à l'Académie de l'ouvrage qu'il vient de faire paraître sous le titre de « Recherches sur le développement des os et des dents », rappelle les principaux résultats qui se déduisent de ce travail 937

— Recherches sur le développement des os .. 875

— Éloge historique de M. *de Candolle* 1163

— M. *Flourens* est nommé membre de la Commission pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon 1187

FONVIELLE adresse le résumé d'une conversation qu'il a eue, au sujet de son Mémoire sur le système métrique, avec un des membres de la Commission chargée de juger ce mémoire 295

— M. *Liouville*, commissaire désigné dans la Lettre de M. *Fonvielle*, déclare que le Mémoire soumis à son examen n'est pas de nature à devenir l'objet d'un Rapport 295

FORDOS. — Mémoire sur un nouvel acide du soufre (en commun avec M. *Gélis*) 920

FOURCAULT prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite de la mort de M. *Double* 74

FOUREAU DE BEAUREGARD. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 17 octobre) 784

FOURNET. — Sur la forme de quelques éclairs 291

— Étoiles filantes du mois d'août, observées à Lyon 650

— Note sur les tornados des environs de Lyon. 651

FOURNIER DE LEMPDES prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante par suite du décès de M. *Larrey* .. 1216

FRANCHOT. — Moyens proposés pour diminuer les dangers des chocs sur les chemins de fer 509

FRANCOEUR fait hommage à l'Académie d'une nouvelle édition de ses « Éléments de Technologie » 139

— M. *Francœur* fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son « Mémoire sur l'aréométrie » 730

— M. *Francœur* est nommé membre de la Commission pour le prix de Statistique .. 1096

FRANÇOIS écrit relativement à un moyen qu'il a imaginé pour la conservation du blé 956

FRÉMY. — Recherches sur les acides métalliques; 3ᵉ Mémoire 1106

FREYCINET (Ds). — Son décès, survenu le 18 août, est annoncé à l'Académie dans la séance du 29 août 399

FRITZSCHE. — Sur un nouveau procédé pour obtenir l'indigotine; Lettre à M. *Chevreul*. 738

G

GABILLOT. — Son Mémoire pour le prix de Physiologie expérimentale est renvoyé au prochain concours 1138

GACHELIN. — Sur des moyens destinés à diminuer les dangers des chemins de fer. 648

GAGNAGE annonce l'intention de soumettre au jugement de l'Académie un procédé pour la conservation des corps organisés. 932

— Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 21 novembre) 956

— M. *Gagnage* adresse un échantillon de charpie obtenue directement de fils qui n'avaient point fait partie d'un tissu 1199

GAILHARD adresse une Note relative aux éclipses en général 568

GALY-CAZALAT rappelle que, dans une Lettre écrite en novembre 1841, il avait indiqué, comme moyen de diminuer la proportion des matières solides rejetées avec l'eau du puits de Grenelle, la prolongation du tuyau à une certaine hauteur au-dessus du sol 689

GANNAL met sous les yeux de l'Académie deux têtes de bélier injectées par son pro-

MM. Pages.

cédé, et dont une a été ensuite recouverte d'une couche de cuivre par M. *Soyer*, au moyen de la galvanoplastique.......... 685

GASPARIN (De) est nommé membre de la Commission pour le prix de Statistique.. 1096

GAUBERT transmet deux Notes, l'une « sur le principe mathématique des classifications», l'autre ayant pour titre: « Influence du gérotype sur le sort des ouvriers compositeurs.»........................... 461

— Machine typographique inventée par M. *Gaubert* et désignée par lui sous le nom de *gérotype*. (Rapport sur cette invention.)........................... 1039

— Remarques à l'occasion du Rapport fait sur l'appareil typographique, qu'il avait présenté sous le nom de *gérotype*....... 1199

GAUDIN. — Sur les étoiles filantes du mois de novembre. — Retard dans l'apparition de ce phénomène........................ 1116

GAULTIER DE CLAUBRY. — Sur quelques composés de la série de l'amyle......... 171

GAY. — M. *Arago* annonce le retour en France de M. *Gay*, et donne une idée de l'ouvrage que ce voyageur doit publier sur le Chili.... 807

GÉLIS. — Mémoire sur un nouvel acide du soufre (en commun avec M. *Fordos*).... 920

GEOFFROY-SAINT-HILAIRE (Isidore). — Sur les singes de l'ancien monde, spécialement sur les genres Gibbon et Semnopithèque 716

— Troisième Mémoire sur les singes de l'ancien monde, spécialement sur les genres Colobe, Miopithèque et Cercopithèque.. 1037

— Rapport sur un travail de M. *Francis de Castelnau*, relatif à la Floride du milieu, et spécialement à l'histoire naturelle de cette contrée............................. 1045

— Étude sur la méthode zoologique de Linné. Discours prononcé dans la séance publique du 19 décembre........................ 1153

GERHARDT. — Recherches sur la classification chimique des substances organiques 498

GIRARDIN. — Mémoire sur les os anciens et fossiles, et sur d'autres résidus solides de la putréfaction (en commun avec M. *Preisser*)......................... 721

GIVRY est présenté par la Section de Géographie et de Navigation, comme l'un des candidats pour la place laissée vacante par la mort de M. *de Freycinet*............ 900

GOUTT. — Addition à de précédentes communications sur les inconvénients du chauffage par les calorifères............ 685

— Observations antérieures à celles de M. *Pallas*, sur la présence d'un sucre cristallisable dans les tiges du maïs, et sur les différences de proportion de la matière sucrée dans ces tiges aux différentes époques de la fructification............... 852

GRÉGORY (De). — Sur les moyens à l'aide desquels on parvient à faire se reproduire en France le gros-bec de la Virginie. 38 et 754

— M. *de Gregory* adresse des extraits de divers journaux italiens, relatifs aux observations de l'éclipse du 8 juillet faites à Bologne, Florence, Gènes, Vérone, Milan, Turin et Chambéry.................. 230

GRENIER. — Sur les moyens de diminuer les dangers des chemins de fer......... 512

GRIMAUD DE CAUX. — Description anatomique de l'organe qui fournit la liqueur purpurigène dans le *Murex brandaris*. Analyse microscopique de cette liqueur (en commun avec M. *Gruby*)........... 1007

GRISOLLE. — Une récompense est accordée à M. *Grisolle* pour son ouvrage sur la pneumonie. (Concours de Médecine et de Chirurgie pour l'année 1841.).......... 1140

GROBOT annonce l'intention de soumettre au jugement de l'Académie divers procédés relatifs à la peinture sur verre.......... 519

GROOS. — Communication relative aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer.......................... 32

GRUBY. — Note sur les entozoaires de la grenouille, et sur quelques points de la pathologie de ce batracien......... 33 et 71

— Sur un nouveau cryptogame qui se développe dans la racine des poils de la barbe, et constitue une espèce de mentagre contagieuse 512

— Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 5 septembre)............................ 519

— Description anatomique de l'organe qui fournit la liqueur purpurigène dans le *Murex brandaris*. Analyse microscopique de cette liqueur (en commun avec M. *Grimaud de Caux*).................... 1007

GRUTHUYSEN. — Analyse des travaux astronomiques de ce savant, rédigée par lui-même 296

GUÉRIN (Jules) prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double*. 74

GUÉRIN-MÉNEVILLE soumet au jugement de l'Académie un travail de synonymie zoologique qui doit accompagner, comme texte explicatif, son « Atlas iconographique du règne animal de Cuvier ».... 684

— Rapport sur ce travail................. 937

GUERNIER écrit relativement à une Note

MM. Pages.

qu'il a présentée à l'Administration sur des moyens supposés propres à diminuer les dangers des chemins de fer, Note qu'il croyait avoir été renvoyée à l'examen de l'Académie 296

GUIBERT. — Mémoire sur l'ivresse considérée dans ses effets physiologiques. — Mémoire sur le traitement de la fièvre typhoïde 514

— M. *Guibert* demande à être compris dans le nombre des candidats pour la place devenue vacante par suite du décès de M. *Double* 514

GUILLON. — Note sur une opération pratiquée dans un cas d'hypospadias 1111

GUYON. — Note sur les cagots des Pyrénées. 515

— M. *Guyon* adresse des échantillons d'une plante employée comme purgatif par les Arabes de l'Algérie 689

— M. *Guyon* adresse un échantillon frais d'une racine employée comme purgatif par les Arabes de l'Algérie, et qu'il suppose provenir du *Thapsia garganica*, Desf. 1011

H

HATIN. — Une mention honorable est accordée à M. *Hatin* pour ses recherches sur l'hémaleucose. (Concours de Médecine et de Chirurgie pour l'année 1841.) 1140

HELL (LE CONTRE-AMIRAL DE) est présenté par la Section de Géographie et de Navigation, comme l'un des candidats pour la place laissée vacante par la mort de M. *de Freycinet* 900

HOMBRES-FIRMAS (D'). — Note sur une source d'eau douce dans la petite île de San-Pietro de Castello, à Venise 927

— Description et figure du *Cycloconus Catulli*. 1216

HORNBECK. — Observations météorologiques faites dans la colonie danoise de St-Thomas, dans les années 1837-1839 557

— Comparaison des instruments qui ont servi à ces observations, avec les instruments de l'Observatoire de Copenhague 752

HORTALA. — Sur un orage qui a dévasté les environs de Sallèles, département de l'Aude 566

HOURY. — Mémoire ayant pour titre : « Expériences sur les nombres » 557

HUAU. — Sur les moyens de diminuer les dangers des chemins de fer 559

HUGON. — Sur un nouveau système de construction pour les culées des ponts suspendus, sans puits d'amarre, avec câbles sans fin 514

HUMBOLDT (DE) communique des expériences de M. *Möser*, concernant la formation des images photographiques 119

— M. *de Humboldt* présente, au nom de M. *Ehrenberg*, des briques faites avec la terre à infusoires de Berlin, briques d'une extrême légèreté, et qui, lorsque leur surface est enduite d'une couche imperméable, peuvent flotter sur l'eau 649

— M. *de Humboldt* communique une Lettre de M. *Agassiz*, contenant les résultats de nouvelles observations faites sur les glaciers de l'Aar 736

— Communications relatives à des images qui se forment dans certaines circonstances sur la surface d'une glace ou de tout autre corps poli (Note et Lettre de M. *Möser*) .... 448 et 855

— M. *de Humboldt* communique les résultats de nouvelles opérations relatives à la détermination de la différence du niveau entre la mer Méditerranée et la mer Morte 884

— M. *de Humboldt* communique une Note de M. *Möser*, sur les images produites à la surface d'un métal poli par la proximité d'un autre corps 1200

— M. *de Humboldt*, en présentant le 2^{e} volume du Voyage en Sibérie, rédigé par M. *Rose*, donne une analyse du contenu de ce volume 1202

— M. *de Humboldt* communique une Lettre de M. *Agassiz* en réponse à des observations de M. *Forbes* sur les glaciers 1204

I

ITIER. — Notice géologique sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain. (Rapport sur ce Mémoire par M. *Élie de Beaumont*.) 366

IVORY, correspondant de l'Académie pour la Section de Géométrie. — Son décès est annoncé par M. le Président d'après une communication de lord *Brougham* (séance du 14 novembre) 917

J

MM. Pages.

JACOBI. — Sur un nouveau principe général de mécanique analytique.............. 202
— Sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps.................. 236
JOBERT, de Lamballe, demande à être compris dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Larrey*.................. 1011
JOLY. — Sur les métamorphoses d'un Crustacé de la tribu des Salicoques, trouvé dans le canal du Midi................. 36
— Études sur les mœurs, le développement et les métamorphoses d'une petite salicoque d'eau douce (*Caridina Desmarestii*). 595
JOMARD communique une Lettre de MM. *d'Arnaud* et *Sabatier*, relative à un nouveau voyage vers les sources du Nil Blanc, entrepris par ordre du pacha d'Égypte..... 1207

MM. Pages.

JORRE (Christophe) écrit relativement à l'emploi qu'on pourrait faire, suivant lui, du liber des arbres.................. 1218
JOUFFROY (De).—Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 8 août)................ 296
— M. *de Jouffroy* adresse le procès-verbal du premier essai fait à la mer avec une goëlette à vapeur dont l'appareil locomoteur est disposé suivant le système qu'il a soumis au jugement de l'Académie............ 568
JULIEN (Stanislas).— Note sur la comète observée en Chine en 1301, extraite de la grande collection des historiens de la Chine (en commun avec M. *Ed. Biot*). .... 929 et 951
JUSSIEU (De) fait hommage à l'Académie du premier volume de ses *Éléments de Botanique*.............................. 1166

K

KNAB. — Figures en couleur des machines les plus employées dans l'industrie...... 1112
KORILSKI. — Communication relative aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer.......................... 32

L

LACAUCHIE. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 17 octobre)................ 784
LACHÈSE. — Une mention honorable lui est accordée pour sa Statistique des Conseils de révision dans le département de Maine-et-Loire. (Rapport sur le concours de Statistique de 1841).................. 1126
LACROIX présente, au nom de l'auteur, M. *Denaix*, un ouvrage intitulé : « Géographie prototype de la France ».......... 401
LADURANTIE — Sur quelques effets de la foudre observés à Saint-Laurent d'Arec.. 651
LAMBERT. — Réclamation de priorité relative à une certaine disposition de freins agissant sur les waggons des chemins de fer, au moment où la locomotive s'arrête. 648
— Figure et description du téléologue, nouveau système de porte-voix........... 893
LAMÉNARDIÈRE. — Mémoire ayant pour titre : «Mécanique céleste considérée dans ses causes générales, suivi d'un Essai sur la lumière du jour.».................... 32
LANCE. — Sur un météore lumineux observé le 11 juillet....................... 126
LANGAS écrit qu'il a trouvé un nouveau moyen de transport, mais ne dit pas en quoi ce moyen consiste............... 1219
LARREY. — Son décès, survenu à Lyon le 25 juillet, est annoncé à l'Académie dans la séance du 1er août................... 181
— On annonce à l'Académie que ses obsèques auront lieu le 11 août................ 235
— Lettre de MM. les Membres du Conseil des Armées, annonçant qu'une souscription vient d'être ouverte pour l'érection d'un monument à la mémoire de feu M. *Larrey*. 856
LARREY (Hipp.). — Note sur un kyste pileux de l'ovaire, qui s'est ouvert à la fois à l'intérieur de la vessie et à l'extérieur de l'abdomen.................................. 928
LASSAIGNE. — Mémoire sur un nouveau procédé de chlorométrie.............. 503
— Observations relatives au puits foré de la maison de poste d'Alfort.............. 745

MM. Pages.

LATOUR (Paul). — Son Mémoire pour le prix de Physiologie expérimentale est renvoyé au prochain concours.......... 1138
LAUGIER. — Sur les étoiles périodiques du mois d'août.......................... 452
— Découverte d'une nouvelle comète dans la nuit du 28 octobre 816
— Nouvelles observations de la comète du 28 octobre. Les éléments de cet astre paraissent concorder avec ceux d'une comète observée en Chine en 1301............... 895
— Mémoire relatif aux taches du soleil (Rapport sur ce Mémoire)................ 940
— Note sur la première comète de l'année 1301. 949
LAURENT (A). — Note sur les rapports qui existent entre la constitution des corps et leurs formes cristallines; sur l'isomorphisme et l'hémimorphisme, etc........ 350
— Note sur le naphtum.................... 739
— Note sur les acides draconique, nitro-draconique et sur l'anisole................ 953
LAURENT (L). — Recherches sur l'anatomie, les monstruosités et la maladie pustuleuse de l'Hydre vulgaire. (Rapport sur ces recherches.)..................... 373
LAURENT demande à retirer un Mémoire sur la fabrication de la poudre, lequel n'a pas encore été l'objet d'un Rapport......... 899
LEBRUN. — Addition à une précédente communication sur le nautile de sauvetage.. 514
LECHI. — Images photographiques coloriées après coup.............................. 752
LECOMTE. — Lettre sur un zodiaque peint sur les vitraux de la grande rosace de l'église de Notre-Dame à Paris........... 806
LEMAITRE demande à reprendre un Mémoire qu'il avait présenté sous le titre de « Action des agents chimiques sur l'albumine dans le traitement des maladies »....... 466
LEMAZURIER fait connaître les résultats des revaccinations qui ont été pratiquées sur 109 élèves du collége de Versailles...... 81
LENTAIGNE. — Appareil pour la clarification de l'eau............................ 684
LEROY D'ÉTIOLLES. — Note additionnelle à ses précédentes communications relatives aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer........................ 284
— Sur l'hématurie abondante et sur les moyens d'extraire de la vessie les caillots qui la remplissent.......................... 507
— Remarques à l'occasion d'une Note de M. *Mercier*, sur l'emploi de la sonde à double courant pour l'évacuation du sang contenu dans la vessie................. 647
— M. *Leroy d'Étiolles* prie l'Académie de vouloir bien se faire rendre compte de diverses communications qu'il lui a adressées relativement aux maladies de la prostate.... 685
— Nouvelle modification apportée aux instruments destinés à la résection des amygdales........................... 783
— Nouvel instrument pour l'opération de la pupille artificielle..................... 795
— Sur la ligature des polypes des fosses nasales et du sommet du pharynx. Modifications aux instruments employés dans ces sortes d'opérations................. 849
— Lettre à l'occasion des nouvelles expériences de M. *Matteucci* sur l'électricité animale. 1012
— Sur les moyens d'appliquer le procédé de la ligature en anse aux tumeurs situées à une certaine hauteur dans l'intestin rectum. Instrument nouveau pour cette opération. 1198
— Supplément à une précédente communication relative aux moyens propres à diminuer les dangers des chemins de fer..... 284
— Sur l'hématurie abondante et les moyens d'extraire de la vessie les caillots qui la remplissent.......................... 507
— M. *Leroy d'Étiolles* soumet au jugement de l'Académie un nouvel instrument destiné à l'opération de la staphyloraphie...... 947
LESAUVAGE. — Sur le mode de formation, la disposition et l'organisation de la caduque dans l'œuf humain.... 126, 174 et 326
LÉVESQUE. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 26 juillet).................. 126
LEYMERIE écrit pour rappeler d'anciennes communications qu'il a faites, concernant les rapports des sciences médicales avec la Physique et la Météorologie.......... 82
— M. *Leymerie* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double*.................... 736
— Suite à ses recherches sur la variole et la vaccine.............................. 1119
LIBRI. — Mémoire sur l'emploi des fonctions discontinues, dans l'analyse, pour la recherche des formules générales........ 401
— Réponse à des remarques de M. *Cauchy* sur cette communication.................. 411
LIEBIG est nommé correspondant de l'Académie, pour la section de Chimie (séance du 4 juillet) 28
— M. *Liebig* adresse ses remercîments à l'Académie.............................. 343
LIECHTY. — Modèle et description d'un dispositif qui permet de dételer instantanément les chevaux d'une voiture en pleine course. 684
LIOUVILLE déclare qu'un Mémoire sur le système métrique, présenté par M. *Fonvielle*, n'est pas de nature à devenir l'objet d'un Rapport.......................... 295

MM. Pages.

— Lettre relative à une démonstration que M. *Maurice* a donnée du théorème sur l'invariabilité des grands axes des planètes.. 425

— Sur la stabilité de l'équilibre des mers... 903

LISFRANC prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Larrey*.................. 948

LITTROW. — Additions à l'Astronomie nautique.................................. 433

— Observations sur les étoiles filantes du mois d'août.................................. 452

LONGCHAMP adresse, comme pièce à consulter par la Commission chargée de faire un Rapport sur le rouleau compresseur de M. *Schattenmann*, une Note imprimée sur l'emploi de cet appareil et sur les modifications qu'on y pourrait apporter...... 690

MM. Pages.

LONGCHAMP. — Sur la composition de l'acide phosphorique et des phosphates. 65 et 348

— Note relative à un changement à opérer dans la nomenclature chimique.......... 930

LONGET. — Recherches expérimentales sur la nature des mouvements propres des poumons, et sur une nouvelle cause d'emphysème pulmonaire............... 500

— Le prix de Physiologie expérimentale (concours de 1841) est partagé entre MM. *Longet* et *Matteucci*........................ 1138

LONZONI. — Télégraphe de nuit à trois points fixes.................................. 1010

LOUVOIS (De) prie l'Académie d'intervenir auprès de l'Administration pour obtenir la conservation d'un monument du XIIIe siècle dans lequel un gnomon a été établi en 1784. 754

LUCAS. — Observations sur une nouvelle espèce du genre *Drilus*................ 1187

M

MACLE. — Note sur une nouvelle encre de Chine présentée comme particulièrement propre à la préparation des encres indélébiles.................................. 327

MAGENDIE est nommé membre de la Commission pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon..... 1187

MAGNAN. — Note sur la télégraphie nocturne. 558

MAGNUS. — Sur la dilatation de l'air et du mercure; extrait d'une Lettre à M. *Pelouze*.................................. 389

MAILLE. — Sur la glace du fond des rivières. 433

MALAGUTI. — Sur la composition du phosphate de soude ordinaire............... 229

— Sur l'acide lithofélique (en commun avec M. *Sarzeau*).......................... 518

MAMIANI. — Principaux résultats des observations météorologiques faites en 1842, à Pesaro.................................. 568

MANDL. — Recherches sur la terminaison des nerfs.................................. 72

— Mémoire sur la structure intime des os.... 1189

MANZINI. — Mémoire sur la cinchovine, nouvel alcali organique extrait de l'écorce du *Cinchona ovata*........................ 105

MARC D'ESPINE, qui avait adressé pour un des concours Montyon, un Mémoire ayant pour titre : «Recherches étiologiques sur la mort et les maladies mortelles », demande que ce Mémoire, qui avait été écarté du concours comme ne remplissant pas une des conditions du programme, soit soumis à l'examen d'une Commission ordinaire.................................. 295

— Recherches étiologiques sur la mort accidentelle, morbide ou sénile, et sur les maladies mortelles.................... 1010

MARCEL DE SERRES. — Sur un météore lumineux observé le 3 juin, à Montpellier. 293

MARCHAL, de Calvi, adresse une demande pour la lecture d'un Mémoire relatif aux embaumements........................ 1017

MARCHAND. — Nouvelle théorie des rapports et des proportions.................... 735

MARESCHAL. — Nouvelle rédaction de plusieurs communications antérieures relatives au système métrique.............. 648

MARETTE, missionnaire au Tonquin, demande à reprendre une Notice sur le vernis chinois qui avait été précédemment remise en son nom........................ 809

MARIE prie l'Académie de vouloir bien lui accorder prochainement la parole pour la lecture d'un Mémoire qui fait suite à celui qu'il a précédemment communiqué, concernant l'interprétation des solutions imaginaires en géométrie.............. 1017

MARTIN présente des armes de guerre et de chasse dans lesquelles les capsules fulminantes viennent successivement se présenter à un amorçoir qui les place sur le tonnerre au moment où l'on arme.......... 1198

MARTIN SAINT-ANGE. — Lettre à l'occasion de la discussion de MM. *Coste* et *Serres*, relativement à l'origine, au mode de développement et à l'organisation de la caduque dans l'œuf humain.......... 294

MARTINS. — Note sur la distribution des

MM. Pages.

grands végétaux le long des côtes de la Scandinavie, et sur le versant septentrional de la Grimsel, en Suisse........... 560
— Sur une nouvelle espèce de campagnol qui se trouve au Faulhorn, au-dessus du niveau des neiges perpétuelles............... 805
MARTIUS. — Sur la gangrène sèche des pommes de terre....................... 314
— M. *Martius* adresse un ouvrage de M. *Kobell* sur la galvanographie.............. 466
MATHIEU, au nom de la Section d'Astronomie, présente une liste de candidats pour une des places de correspondant vacantes dans cette Section.................... 353
— Note sur le mouvement de la population en France.................................. 1021
— M. *Mathieu* est nommé membre de la Commission pour le prix de Statistique..... 1096
MATHIEU (PHILIPPE) présente des fusils à chambre tournante dans lesquels, après chaque coup, une nouvelle charge vient se présenter d'elle-même en face du canon.. 557
MATTEUCCI. — Recherches sur la phosphorescence.......................... 288
— Nouvelles expériences relatives à l'électricité animale. — Une de ces expériences était déjà indiquée dans un paquet déposé le 28 février sous pli cacheté et dont il est donné communication dans la séance du 24 octobre............................ 797
— Le prix de Physiologie expérimentale (concours de 1841) est partagé entre MM. *Matteucci* et *Longet*........................ 1138
MAURICE. — De l'invariabilité des grands axes et des moyens mouvements des planètes, en tenant compte de tous les ordres de forces perturbatrices 328
— Réponse à des observations de M. *Liouville* sur cette communication............... 598
— Nouvelles considérations sur l'invariabilité des grands axes du système planétaire... 853
MAUVAIS. — Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août.................. 452
— Sur l'obliquité de l'écliptique. (Rapport sur ce Mémoire.)..................... 944
MEISTER. — Mémoire sur la vitesse de la lumière.............................. 119
MELLONI. — Sur l'identité des diverses radiations lumineuses calorifiques et chimiques........................ 454
MENOTTI. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 5 septembre)................ 519
MERCIER. — Sur l'usage de la sonde à double courant pour l'évacuation du sang contenu dans la vessie urinaire................. 597
— Remarques relatives à une Lettre de M. *Leroy d'Étiolles* sur l'insuffisance de la sonde à double courant pour évacuer le sang coagulé contenu dans la vessie... 685
— Réclamation à l'occasion d'un Mémoire récemment lu par M. *Civiale* sur la cautérisation de l'urètre.................... 851
— Sur les causes immédiates de la mort qui survient à la suite de l'injection de l'air dans les veines; et sur un moyen à employer, dans le cas où l'introduction a eu lieu, pour empêcher que les premiers accidents ne deviennent mortels....... 1011
MIALHE. — Nouvel antidote du sublimé corrosif.............................. 346
— Coup d'œil sur l'absorption animale..... 347
MILLON. — Mémoire sur une nouvelle combinaison de chlore et d'oxygène......... 584
MINISTRE DU COMMERCE ET DE L'AGRICULTURE adresse un exemplaire du XLV^e vol. des « Brevets d'invention expirés »............................ 736
— M. le *Ministre du Commerce* annonce que l'ouvrage de feu M. *Audouin*, sur les insectes nuisibles à la vigne, est entièrement publié, et que l'Académie peut faire prendre dans les bureaux de l'administration les numéros qui complètent l'exemplaire qui lui est destiné........ 927
MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE autorise l'Académie à reporter sur le concours de 1843 la somme qui était destinée pour le grand prix des Sciences physiques, concours de 1841........... 284
— M. le *Ministre de l'Instruction publique* consulte l'Académie sur l'utilité qu'il pourrait y avoir pour la science à confier à un voyageur qui se prépare à parcourir une partie de l'Amérique tropicale, M. *de Castelnau*, divers instruments de physique et de météorologie............... 284 et 648
— M. le *Ministre de l'Instruction publique* transmet ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Pariset* à la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*. 927
— Et de celle qui confirme la nomination de M. *Duperrey* à la place vacante dans la Section de Géographie et de Navigation par suite du décès de M. *de Freycinet*.... 948
— M. le *Ministre de l'Instruction publique* invite l'Académie à lui présenter un candidat pour la place de professeur adjoint à la chaire de physique vacante à l'École de pharmacie de Montpellier............ 1113
MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES CULTES DU ROYAUME DE GRÈCE adresse des remercîments à l'Académie, pour le don qu'elle a fait à la bibliothèque d'Athènes de la collection de ses *Mémoires* et des *Comptes rendus* de

MM. Pages.

ses séances.......................... 894

MIRBEL (DE). — Dépôt d'un paquet cacheté portant pour suscription : « Recherches physiologiques » (en commun avec M. *Payen*). Séance du 12 septembre............... 557

MOIGNO adresse des échantillons de tufs volcaniques recueillis dans le ravin de Tareyres (Haute-Loire), et remarquables en ce qu'ils affectent les formes prismatiques des basaltes.................... 597

MONNIER est présenté par la Section de Géographie et de Navigation comme un des candidats pour la place laissée vacante par la mort de M. *de Freycinet*......... 900

MONTAIGNE. — Sur plusieurs genres nouveaux appartenant à la famille des algues. 170

MORAND. — Sur les lois générales du monde et sur leur expression mathématique; 2e Mémoire........................ 678

— Note relative à quelques passages anciens dans lesquels l'auteur croit trouver la preuve que les télescopes ont été connus dans des temps fort reculés............. 783

MOREAU DE JONNÈS dépose sur le bureau un ouvrage qu'il vient de faire paraître et qui a pour titre : « Aperçus statistiques sur la vie civile et l'économie domestique des Romains au commencement du IVe siècle »............................. 1167

MOREAU. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 18 juillet)................ 126

MOREL-VINDÉ (DE). — M. le Président annonce la mort de M. *de Morel-Vindé* (séance du 26 décembre)............. 1165

MORIN (P.-E.) prie l'Académie de hâter le Rapport de la Commission à laquelle a été renvoyée une réclamation de priorité élevée par lui à l'occasion d'un Mémoire de M. *Lamé* sur certaines questions de physique générale......................... 231

MORISSET. — Sur l'emploi de la décoction de l'écorce de chêne pour la guérison radicale de l'hydrocèle, l'oblitération du sac herniaire dans les hernies récentes et celles qui se présentent chez de jeunes sujets............................. 1111

MÖSER. — Ses expériences sur la formation de certaines images qui semblent analogues aux images photographiques, mais qui se produisent dans des circonstances différentes; communications de M. *de Humboldt*, transmises par M. *Regnault*......................... 119 et 448

— Lettre à M. *de Humboldt*, concernant ces mêmes images, lesquelles se forment, même sans le secours de la lumière, sur la surface d'une glace ou de tout autre corps poli, et qui reproduisent les contours d'un corps placé très-près de cette surface, mais sans contact immédiat.... 855 et 1200

N

NASMYTH. — Sur la structure intime des dents.............................. 678

— Rapport sur ce Mémoire; rapporteur M. *Serres*........................... 1055

NAUDIN. — Études sur la végétation des Solanées, la disposition de leurs feuilles et leurs inflorescences.................. 71

— Rapport sur ce Mémoire............... 147

NÉGRIER. — Sur un moyen par lequel on arrête instantanément l'hémorragie nasale. 516

— Une mention honorable lui est accordée au concours de Physiologie expérimentale, de 1841, pour ses « Recherches sur les ovaires de l'espèce humaine considérées spécialement dans leur influence sur la menstruation »...................... 1138

NELL DE BRÉAUTÉ. — Observation de la fin de l'éclipse solaire du 8 juillet, faite à la Chapelle, près Dieppe............ 125

NOBILE. — Observations des marées à Naples............................ 565

NOUVIAIRE. — Note sur quelques inventions nouvelles relatives à l'horlogerie de précision.......................... 796

O

ORBIGNY (A. D'). — Mémoire sur les fossiles de la Colombie recueillis par M. *Boussingault*.......................... 588

— Coup d'œil sur les grands faits géologiques dont l'Amérique méridionale a été le théâtre............................ 771

ORBIGNY (CH. D'). — Les deux premiers volumes du *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle* publié sous sa direction, sont présentés à l'Académie par M. *Flourens*, qui indique les principaux points par lesquels cet ouvrage se distingue des dictionnaires d'histoire naturelle précédemment publiés......................... 343

P

MM. Pages.
PALLAS. — Mémoire sur l'influence de la fructification sur les phénomènes nutritifs de certains végétaux. (Rapport sur ce Mémoire.) ... 426
— Remarques à l'occasion du Rapport fait sur son Mémoire concernant le sucre contenu dans les tiges de maïs ... 778
PAMBOUR (De). — Note sur la théorie des machines à vapeur de Cornouailles ... 1208
PAPADOPOULO VRETO. — Note sur une cuirasse en feutre de lin. (Rapport sur cette invention.) ... 103
— M. *Papadopoulo Vreto* transmet copie des remarques critiques insérées dans un journal de Corfou sur le Rapport fait à l'Académie concernant le degré de résistance qu'opposent aux balles les cuirasses en feutre ... 517
PARCHAPPE. — M. *Flourens*, en présentant différents ouvrages de M. *Parchappe* sur l'aliénation mentale, donne une idée des résultats auxquels est arrivé ce médecin. 686
PARET. — Note ayant pour titre : « Nouveaux faits à ajouter à la théorie de la chaleur considérée dans l'évaporation ... 1197
PARISET est présenté comme un des candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*. 857
— M. *Pariset* est élu académicien libre en remplacement de M. *Pelletier* ... 890
— Ordonnance royale qui confirme sa nomination ... 927
— M. *Pariset* est nommé membre de la Commission pour les prix de Médecine et Chirurgie de la fondation Montyon ... 1187
PASCAL. — Sur les moyens de diminuer les dangers des chemins de fer ... 559
PASCAL. — Note sur les influences locales qui déterminent le développement du goître, et sur l'usage des eaux ferrugineuses pour prévenir et guérir cette affection ... 225
— De la nature des affections dites typhoïdes. 681
PASSOT annonce qu'une enquête judiciaire va être faite sur la puissance de sa roue hydraulique, et demande si la Commission du prix de Mécanique croira pouvoir, dans le jugement qu'elle aura ensuite à porter sur cet appareil, s'en rapporter au résultat de l'enquête ... 517
— Nouvelle Note sur les forces centrales. 683 et 777
— Rapport sur cette Note ... 917
— M. *Passot* prie l'Académie d'intervenir près de la Commission qui a fait le Rapport sur son appareil à force centrifuge, à l'effet d'obtenir qu'elle déclare explicitement ce qu'il y a de neuf dans ses expériences ... 809
— Remarques à l'occasion du Rapport qui a été fait sur les Mémoires qu'il a présentés. 1113
PAUMIER adresse un paquet cacheté. — Ce paquet, ayant été jugé contenir antre chose qu'un manuscrit, n'est pas accepté ... 1120
PAYEN fait hommage à l'Académie de son ouvrage sur la composition chimique et les développements des végétaux ... 491
— M. *Payen* dépose sous enveloppe cachetée une Note qui lui est commune avec M. *de Mirbel* (séance du 12 septembre) ... 557
— Note sur l'état naturel du sucre dans la betterave ... 618
— Mémoire sur les engrais (en commun avec M. *Boussingault*); 2e partie ... 657
— Note sur des composés à bases minérales trouvés dans l'épaisseur des parois des cellules ... 907
— M. *Payen* est nommé, en remplacement de feu M. *Double*, membre d'une Commission chargée de l'examen d'un Mémoire de M. *Petit, de Maurienne*, sur les habitations considérées sous le rapport hygiénique ... 1096
— Et d'une Commission pour le concours concernant les Arts insalubres ... *Ibid.*
PAYER. — Études morphologiques sur les inflorescences dites anomales ... 71
— Rapport sur ce Mémoire ... 147
— M. *Payer* fait hommage à l'Académie des deux Mémoires qui commencent la série de ses recherches sur la composition des végétaux ... 491
— Sur la tendance des tiges vers la lumière. 1194
PAYERNE. — Sur un appareil destiné à permettre de séjourner longtemps sous l'eau. 1119
PEDROTTI. — Sur les moyens de diminuer les dangers des chemins de fer ... 512
PEIGNÉ. — Note sur un système de télégraphie nocturne essayé à Boulogne en 1812 et établi en 1813 entre Calais et Dunkerque, sous la direction de M. *Lambel* ... 1199
PELLETIER. — Son décès, survenu le 19 juillet, est annoncé dans la séance du 25 du même mois ... 131
PELOUZE communique une Lettre de M. *Magnus* sur la dilatation de l'air et du mercure. 389
— Mémoire sur l'émétique arséniqué, l'urée et l'allantoïne ... 469
— Sur les matières sucrées de la betterave et

MM. Pages.
du maïs ... 579
— Note sur les équivalents chimiques considérés comme des multiples simples de l'hydrogène ... 959
— M. *Pelouze* est nommé membre de la Commission pour le concours concernant les Arts insalubres ... 1096
PERNET écrit qu'il est l'inventeur de l'appareil de compression employé par M. *Tanchou* dans certains cas de tumeurs du sein ... 1113
PERREY. — Nouvelles recherches historiques sur les tremblements de terre ... 643
PERROTTET fait hommage à l'Académie d'un ouvrage sur l'art de l'indigotier ... 175
— M. *Perrottet* demande à reprendre des observations météorologiques qu'il avait précédemment adressées, et sur lesquelles il n'a pas encore été fait de Rapport ... 754
PERSON. — Sur la lenteur de la vaporisation dans les vases incandescents ... 492
PETER SUHR écrit de Hambourg relativement à la fréquence avec laquelle, suivant lui, les rails des chemins de fer seraient frappés de la foudre ... 568
PETIT est présenté par la Section d'Astronomie comme un des candidats pour une place vacante de correspondant ... 353
— M. *Petit* est élu membre correspondant pour la section d'Astronomie ... 389
— M. *Petit* adresse ses remercîments à l'Académie ... 560
— Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août ... 452
— Note sur une chute extraordinaire de grêle. 886
PETIT, de Maurienne, demande l'ouverture d'un paquet cacheté qu'il avait déposé en 1831. Le paquet, ouvert en séance, se trouve contenir l'histoire d'un cas d'aliénation mentale ... 352
— Notice sur les tremblements de terre observés dans la province de Maurienne ... 1217
— M. *Petit* demande qu'un Mémoire sur les habitations considérées sous le rapport hygiénique, Mémoire qu'il avait autrefois soumis au jugement de l'Académie, et qui a été depuis présenté pour un concours non encore jugé, soit renvoyé à la Commission primitivement chargée d'en rendre compte ... 1218
PIMONT. — Addition à un précédent Mémoire sur un appareil qui permet d'utiliser la chaleur des bains de teinture épuisés ... 509
PINETT prie l'Académie de vouloir bien faire constater l'état d'un individu atteint de déviation latérale de l'épine, et qu'il va soumettre à un traitement par les procédés gymnastiques ... 81
PIOBERT fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son « Cours d'Artillerie, » partie théorique, rédigée par MM. *Didion* et *de Saulcy*, d'après les leçons faites en 1835 à l'École d'application de l'artillerie et du génie ... 279
— M. *Piobert* est nommé membre de la Commission pour le prix de Mécanique ... 1096
PIORRY prie l'Académie de le comprendre dans le nombre des Candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double* ... 176
— M. *Piorry* annonce l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie des recherches sur les fièvres intermittentes, et communique d'avance trois des principaux résultats auxquels il est arrivé ... 1016
— Note sur un moyen de rendre plus énergique l'action du sulfate de quinine dans le traitement des fièvres intermittentes ... 1197
PISTORIUS. — Paquet cacheté présenté à la séance du 7 novembre ... 899
PLATEAU. — Lettre à l'occasion d'une réclamation de priorité soulevée par M. *Colladon*, concernant certaines expériences d'optique ... 1114
POINSOT, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de la 8e édition de sa « Statique », indique les additions par lesquelles cette édition se distingue des précédentes ... 770
— M. *Poinsot* est nommé membre de la Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier* ... 789
— M. *Poinsot* est désigné pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1842-1843 ... 947
POISEUILLE demande à être compris dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite de la mort de M. *Double* ... 126
— Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petits diamètres. (Rapport sur ce Mémoire.) ... 1167
PONCELET est nommé membre de la Commission pour le prix de Mécanique ... 1096
POUILLET. — Mémoire sur les lois générales de la population ... 861
— M. *Pouillet* est nommé membre de la Commission pour le prix de Statistique ... 1096

MM. Pages.

PREISSER. — Mémoire sur les os anciens et fossiles et sur d'autres résidus solides de la putréfaction (en commun avec M. *Girardin*)........................... 721

PRÉLAT, en son nom et en celui de dix autres armuriers de Paris, proteste contre les droits que paraît s'attribuer M. *Devismes* à l'invention d'un fusil à chambres tournantes............................ 685

PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE.—M. le Président rappelle à la Section de Médecine et de Chirurgie qu'elle aura prochainement à faire une proposition à l'Académie, relativement à la vacance laissée dans son sein par le décès de M. *Double*.......... 59

— M. le *Président* annonce dans la séance du 24 juillet le décès de M. *Pelletier*, survenu le 19 du même mois.................. 131

— M. le *Président* annonce que les obsèques de M. *Larrey* auront lieu le 11 août..... 235

— M. le *Président* annonce que la fête de l'Assomption se trouvant être cette année un lundi, la séance de l'Académie aura lieu le jour suivant, 16 août........... *Ibid.*

— M. le *Président* invite la Section d'Astronomie à présenter une liste de candidats pour une des deux places de Correspondant vacantes dans cette Section....... 280

— M. le *Président* annonce le décès de M. *de Freycinet*, membre de la Section de Géographie et de Navigation, décédé le 18 août. 399

— M. le *Président* annonce, d'après une Lettre de M. *Quetelet*, le décès de M. *Van Mons*, correspondant de l'Académie, Section de Chimie.......................... 560

— M. le *Président* annonce que le tome XIV des *Comptes rendus* est en distribution... 816

— M. le *Président* annonce, d'après une communication de lord *Brougham*, présent à la séance, le décès de M. *Ivory*, correspondant de l'Académie pour la Section de Géométrie.......................... 917

PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE BAVIÈRE remercie l'Académie des Sciences du don qu'elle a fait à la bibliothèque de cette institution, des *Comptes rendus* de ses séances....... 930

PROVOSTAYE (De la). — Sur les produits réciproques de l'action de l'éthal et du sulfure de carbone (en commun avec M. *Desains*)........................ 592

PUISSANT fait hommage à l'Académie du 2e volume de la 3e édition de son « Traité de Géodésie.»...................... 556

Q

QUATREFAGES (De). —Mémoire sur l'Éleuthérie dichotome..................... 168

— Sur quelques faits relatifs à l'histoire des animaux invertébrés.................. 798

QUETELET annonce la mort de M. *Van Mons*, correspondant de l'Académie pour la Section de Chimie................ 560

QUINET adresse des épreuves de musique imprimée en caractères mobiles........ 558

— M. *Quinet* demande le Rapport qui doit être fait sur des papiers de sûreté qu'il a présentés .... *Ibid.*

R

RAMEAUX. — Recherches sur les températures végétales.......................... 73

RAMON DE LA SAGRA met sous les yeux de l'Académie une carte de Cuba, qui doit faire partie de sa publication sur cette île, et une autre qui offre la nomenclature géographique du même pays avant l'arrivée des Espagnols. Cette dernière est due aux recherches de M. *Della Torre*... 887

RAYER prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double*................ 74

— Étude comparative de la phthisie chez l'homme et chez les animaux... 109 et 150

REALVILLE. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 25 juillet) 178

REGNAULT communique, au nom de M. *de Humboldt*, des expériences de M. *Möser* sur la formation des images photographiques et sur d'autres phénomènes analogues. .... 119 et 448

— Remarques à l'occasion d'une Lettre de M. *Magnus* à M. *Pelouze* sur la dilatation de l'air et du mercure.................. 391

— Rapport sur un Mémoire de M. *Poiseuille*, ayant pour titre : « Recherches expérimen-

MM. Pages.

tales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petits diamètres ».... 1167

REISET. — Observations sur le procédé analytique proposé par MM. *Warrentrapp* et *Will*, pour la détermination de l'azote dans les substances organiques, et sur quelques circonstances nouvelles de la formation de l'ammoniaque........... 154

RETZIUS. — Sur la structure microscopique des dents........................ 774

RENOUX-GRAVES. — Sur la navigation aérienne.......................... 69

RIBES *père* prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Double* 74

RICORD. — Concours de Médecine et de Chirurgie de 1841, récompense accordée à M. *Ricord*.......................... 1140

RIVE (De la). — Un prix de 3000 fr. est décerné à M. *de la Rive* pour avoir le premier appliqué les forces électriques à la dorure des métaux et en particulier du bronze, du laiton et du cuivre (concours pour le prix relatif aux Arts insalubres, année 1841)........................ 1139

ROBERT. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 7 novembre)............. 899

ROMANET (De). — Sur les fromageries communes récemment établies en Suisse, et sur les avantages que des établissements semblables pourraient procurer à la France............................. 790

ROSSELET. — Modèle d'un waggon élastique destiné à atténuer les chocs sur les chemins de fer quand la locomotive vient à s'arrêter brusquement..................... 684

— Note sur une nouvelle forme de roues destinées principalement aux waggons des chemins de fer........................... 796

ROSSIGNON. — De quelques excrétions végétales. — Recherches sur la formation et les fonctions de la chlorophylle. — Influence des murs dégradés sur la végétation dans les forêts.................. 225

MM. Pages.

— De l'état naturel du sucre dans l'économie végétale.............................. 683

— M. *Rossignon* prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyée une Note qu'il a présentée en 1841, sur les propriétés chimiques et thérapeutiques de la naphtalène 956

ROUGET, de l'Isle. — De la pourpre des Murex, et de la supériorité des résultats obtenus par les procédés actuellement employés en teinture, sur ceux qu'obtenaient les anciens........................ 1112

ROUX est adjoint à la Commission chargée de faire un Rapport sur la méthode de M. *Pinett*, pour le traitement de certains cas de déviation de l'épine dorsale au moyen des procédés gymnastiques....... 81

— M. *Roux*, au nom de la famille de M. *Larrey*, annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de ce savant, décédé à Lyon, le 25 juillet...... 181

— M. *Roux* est désigné, par voie de scrutin, comme membre de la Commission du prix de Vaccine, en remplacement de feu M. *Double*........................ 947

— Et de la Commission pour les prix de Médecine et Chirurgie de la fondation Montyon 1187

RUOLZ (De). — Sur les moyens par lesquels on obtient la précipitation du bronze dans les opérations galvanoplastiques.. 280

— M. *de Ruolz* met sous les yeux de l'Académie des objets sur lesquels il a fait déposer des couches de plomb, d'étain ou de bronze, au moyen des procédés galvanoplastiques. 466

— M. *de Ruolz* adresse deux paquets cachetés. 1120

— Un prix de 6000 fr. lui est décerné pour la découverte et l'application industrielle d'un grand nombre de moyens propres soit à dorer les métaux, soit à les argenter, soit à les platiner, soit enfin à déterminer la précipitation économique des métaux les uns sur les autres par l'action de la pile (concours pour les prix concernant les Arts insalubres, année 1841).... 1139

S

SABATIER. — Sur un nouveau voyage aux sources du Nil Blanc................ 1207

SAINT-HILAIRE (A. de) présente, au nom de M. *Naudin*, des « Études sur la végétation des Solanées, la disposition de leurs feuilles et leurs inflorescences »; et, au nom de M. *Payer*, des « Études morphologiques sur les inflorescences dites anomales » 71

— Rapport sur le Mémoire de M. *Payer*, et sur celui de M. *Naudin*................ 147

— M. *Auguste de Saint-Hilaire* présente, au nom de l'auteur, M. *Perrottet*, un ouvrage imprimé ayant pour titre : « Art de l'indi-

MM. Pages.
gotier » ... 175
SALLES (Eusèbe de) demande qu'un Mémoire sur la peste et les quarantaines, adressé précédemment par lui, soit admis à concourir pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon ... 754
SALOMON. — Note sur l'influence des comètes sur les productions terrestres ... 1017
SARZEAU. — Sur l'acide lithofélique (en commun avec M. *Malaguti*) ... 518
SAVAGE adresse, comme pièce à consulter pour la Commission des encres et papiers de sûreté, un opuscule qu'il a publié en Angleterre, sur la composition des encres d'imprimerie ... 652
SAUVAGE adresse une Lettre dans laquelle M. *Reynaud*, lieutenant de vaisseau, annonce avoir fait usage avec avantage de son physionotype ... 466
SAUVAGES prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires en présence desquels il exécutera des essais comparatifs avec des hélices de formes variées, employées au lieu de roues à aubes, pour la propulsion des bateaux à vapeur ... 647
— Rapport sur ces hélices ... 730
SCHATTENMANN. — Sur le rouleau compresseur et sur son emploi pour affermir les empierrements neufs et de réparation des chaussées ... 217
SCHMALZ. — De l'éducation des sourds-muets ... 514
SCHUMACHER. — Sur l'éclipse du 8 juillet. 752
— Observations des astronomes russes relatives au même phénomène ... 797
SCHWEIG écrit relativement à un Mémoire qu'il a précédemment adressé pour un des concours de la fondation Montyon ... 652
SCRIBE. — Sur la matière amère du chardon-bénit ... 802
SÉGALAS. — Une récompense lui est accordée pour ses travaux concernant le traitement des fistules urinaires (concours de Médecine et de Chirurgie, année 1841) ... 1142
SÉGUIER. — Rapport sur une cuirasse en feutre de lin, soumise à l'Académie par M. *Papadopoulo Vreto* ... 103
— Rapport sur des hélices destinées à l'impulsion des bateaux à vapeur, présentées par M. *Sauvage* ... 730
— Rapport sur une machine typographique inventée par M. *Gaubert* ... 1039
— M. *Séguier* est nommé membre de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Pelletier* ... 789
— M. *Séguier* est nommé membre de la Commission pour le prix de Mécanique ... 1096
SEIGNEURGENS. — De la petite vérole, de ses causes et des moyens d'arrêter sa marche et ses effets lorsqu'elle est déclarée ... 30
SELLIER. — Sur la détermination exacte de la conductibilité des corps pour la chaleur. 508
SERRES. — Sur la méthode ectrotique pour le traitement de la variole; Remarques faites à l'occasion d'un Mémoire adressé par M. *Seigneurgens* ... 30
— Remarques à l'occasion de la partie historique d'un Mémoire de M. *Duvernoy* sur les dents des musaraignes ... 278
— M. *Serres*, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de ses « Principes d'organogénie », donne une idée du plan de cet ouvrage, ainsi que des circonstances qui ont présidé à sa composition et à sa publication ... 278
— Remarques à l'occasion d'une analyse des recherches de M. *Retzius* sur la composition et le mode de développement des dents ... 774
— Rapport sur un Mémoire de M. *Nasmyth*, intitulé : « Recherches microscopiques sur la structure celluleuse des dents et de leur bulbe » ... 1055
— M. *Serres* est nommé membre de la Commission pour les prix de Médecine et Chirurgie de la fondation Montyon ... 1187
SILVESTRE (De) fait hommage à l'Académie d'un volume dans lequel il a réuni les Notices biographiques et Éloges historiques qu'il a écrits à diverses époques .. 1006
SIMMONEL. — Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août ... 452
SOLLIER. — Notice ayant pour titre : « Quelques idées sur la théorie des vents » ... 231
SONDALO (De). — Note sur un emploi du bioxyde d'hydrogène ... 647
SOUBEIRAN. — Recherches expérimentales sur les produits sucrés du maïs (en commun avec M. *Biot*) ... 523
SOULANGE BODIN, secrétaire perpétuel de la Société royale d'Agriculture, prie l'Académie de vouloir bien comprendre cette Société dans le nombre de celles auxquelles elle accorde ses *Mémoires* et le *Compte rendu* de ses séances ... 177
SOYER annonce qu'il est parvenu à faire, par les procédés galvanoplastiques, des statues en bronze d'une dimension très-considérable ... 464
— M. *Soyer* écrit qu'il a, longtemps avant M. *Cornay*, imaginé d'employer les procédés galvanoplastiques pour la conserva-

MM. Pages.

tion des substances animales, en revêtant la surface extérieure d'une mince couche métallique 784
SPOUECK (De). — Remarques à l'occasion d'un fusil à chambres tournantes, présenté par M. *Devismes*................ 685
STURM fait hommage à l'Académie de deux opuscules, intitulés, l'un : « Note sur un Mémoire de M. *Chasles* », l'autre : Démonstration d'un théorème d'algèbre de M. *Sylvester* »........................ 937
SUHR (Peter). — Sur la fréquence avec laquelle les chemins de fer sont frappés de la foudre........................ 568
SURELL. — Un des prix de Statistique lui est accordé pour son ouvrage intitulé : « Étude sur les torrents des Hautes-Alpes » (Rapport sur le concours de 1841). 1126

T

TANCHOU. — Mémoire sur le traitement des tumeurs du sein........................ 926
— Explications relatives à ce Mémoire...... 1011
TAVERNA. — Supplément à un précédent Mémoire sur l'emploi des essieux brisés. 284
TCHIHATCHEFF.—Relation d'une ascension au pic de Néthou, sommet culminant de la Maladetta (Pyrénées)................ 465
TELAMANE DU PARRAT. — Sur les effets du niveau, la nature de cet instrument, etc.................................. 1120
— M. *Telamane du Parrat* adresse une nouvelle Note relative à la confusion qu'on aurait faite, selon lui, entre l'horizon visible et l'horizon rationnel.................... 1219
THENARD est désigné par voie de scrutin, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année scolaire 1842-1843............. 947
— M. *Thenard* est nommé membre de la Commission pour le concours concernant les Arts insalubres........................ 1096
THENARD, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Addition à une Note précédente sur un système de freins pour les waggons des chemins de fer............ 69
— Expériences faites en grand sur son système de barrage mobile........................ 1198
THIÉBAUT DE BERNEAUD. — Sur la date de l'établissement des fromageries par association en Suisse et puis en France... 893
THIERRY. — Expériences sur l'action des nerfs.................................. 1016
THOMASSIN. — Sur les chemins en pierres artificielles comme pouvant être substitués aux chemins de fer pour les voitures mises en mouvement par la vapeur...... 557
TURNER. — Dépôt d'un paquet cacheté (séance du 16 août).................... 353

V

VALLÉE (A.) prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*. 343
— M. *Vallée* prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire le Rapport sur deux Mémoires qu'il a présentés concernant la vision............ 783
— M. *Vallée* est présenté comme un des candidats pour la place d'académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Pelletier*. 857
VALLÉE (L.-L.). — Sur l'existence probable d'un lac souterrain communiquant avec le lac de Genève, sur les sèches, sur les ladières et sur les températures de ce dernier lac........................ 173 et 295
— Note sur les sèches du lac de Genève, et sur quelques autres phénomènes qui intéressent l'avenir de la navigation du Rhône.................................. 1112
VALLOT écrit relativement à une pétrification qu'il avait précédemment considérée à tort comme un débris d'un Mollusque céphalopode........................ 652
VALZ. — Sur la comète de M. *Laugier* (comète du 28 octobre)........................ 1115
VAN MONS. — Son décès, survenu le 6 septembre, est annoncé à l'Académie, dont il était correspondant pour la Section de Chimie.................................. 560
VELPEAU. — De la ponction et des injections stimulantes dans le traitement des hydropisies et des épanchements sanguins des cavités closes du corps humain......... 688

MM. Pages.

VERDIER soumet au jugement de l'Académie une nouvelle disposition de siéges inodores.............................. 736

VIAU prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission chargée de faire un Rapport sur un instrument de sauvetage dont il est l'inventeur.......... 1119

VICO. — Observations sur la planète Saturne. 746

VILLAIN (Le). — Nouvelle théorie des parallèles. — Formule générale pour la formation des puissances des nombres entiers.............................. 1112

VILLIEZ adresse un paquet cacheté........ 1018

VIREY annonce l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie une machine de son invention.......... 784

VIZER fait hommage à l'Académie d'une carte du diocèse de Wetzprim (Hongrie)...... 931

VOROBIEF. — Planisphère dressé pour l'horizon et le méridien de Saint-Pétersbourg, avec l'indication de divers problèmes de géographie mathématique et d'astronomie pratique dont on peut obtenir, au moyen de cette carte, une solution suffisamment exacte pour les usages ordinaires. 1198

VUILLEMAIN. — Sur la chute d'un aérolithe qui a eu lieu dans les environs de Langres.............................. 1118

W

WALLER prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission chargée de faire le Rapport sur une Note concernant certains phénomènes relatifs à la photographie.......................... 899

WALSH. — Nouvelle Note relative à une question d'analyse mathématique....... 1218

WANTZEL. — Remarques à l'occasion d'un Mémoire de M. *Maurice* sur l'invariabilité des grands axes................... 732

WARDEN. — Tableau de la population des États-Unis en 1840.................. 753

— Nouveau plan pour l'établissement d'un canal à travers l'isthme de Panama..... 1206

WARTMANN. — Observation de pluie par un temps serein.......................... 290

WERTHEIM. — Recherches sur l'élasticité et la ténacité des métaux............. 110

WESCHNIAKOFF annonce qu'il vient d'établir dans Paris une fabrique du nouveau combustible qu'il désigne sous le nom de carboléine, et sur lequel il a déjà appelé le jugement de l'Académie............. 891

WHEATSTONE, récemment nommé à une place de correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie............. 284

Errata, (Tome XV.)

Page 13, lignes 37 et 38, avec persévérance, et aux résultats remarquables, *lisez* avec persévérance et des résultats remarquables

104, 10 et 35, 25^{gr},5 *lisez* 5^{gr},25

Dans le Mémoire de M. Jacobi, p. 236 et suiv., on a représenté par une même lettre majuscule U deux espèces différentes de quantités; celles qui se rapportent aux simples angles auraient dû être représentées par la majuscule V

Page 258, ligne 30, qu'il n'y a, *lisez* et qu'il n'y a

260, 17, $\int_{1}^{2\pi}$, *lisez* $\int_{0}^{2\pi}$

264, 2, $\cos_2 \varpi$, *lisez* $\cos 2\varpi$

Ibid., 15, $f(s, s)$, *lisez* $f(s, s')$

266, 11, r^{k+1}, *lisez* r'^{k+1}

Ibid., 22, $e^{+\sqrt{-1}}$, *lisez* $e^{\nu\sqrt{-1}}$

328, 13 et 14, Paris 1773, *lisez* Paris en 1773

330, 22, 1804, *lisez* 1808

Ibid., 36, *Mécanique céleste*, *lisez* mécanique céleste (1)

(1) C'est en effet de la science, et non de l'ouvrage de Laplace que parle l'auteur.

339, 20, un objection, *lisez* une objection

342, 3, *ôtez les points qui suivent l'équation* (10)

343, 5, pour constituer, *lisez* pour en constituer

349, 6, les résultats, *lisez* le résultat

Ibid., 7, on a obtenu, *lisez* il a obtenu

Ibid., 11, en composant, *lisez* en décomposant

417, 20, $\frac{k+2}{2}\,\frac{k+h}{h}$, *lisez* $\frac{k-2}{2}\,\frac{k}{h}\cos\Phi$

Ibid., 24, $2\alpha\cos\varpi$, *lisez* $h\alpha\cos\varpi$

423, 19, $+\gamma$, *lisez* $+\gamma,$

Ibid., *ib.*, $e^{(\nu'-s't)\sqrt{-1}}$, *lisez* $e^{(\nu'\gamma-s't)\sqrt{-1}}$

Ibid., 24, $-s'$ *lisez* $=s'$

425, 6, J′, *lisez* $\overline{\text{J}}'$

547, 37, de rayons, *lisez* des rayons

548, 19, il s'agit, *lisez* il s'agira

552, 2, deux, *lisez* derniers

553, 33, immédiat, *lisez* incident

554, 19, que fournissent, *lisez* qui fournit

Page 589, ligne 17, fossiles de Colombie décrits par M. d'Orbigny, *au lieu de* (Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze), *lisez* (Commissaires, MM. Alexandre Brongniart, Élie de Beaumont, Milne Edwards, Dufrénoy)

723, 11, 1317, *lisez* 1817

747, 1, mai 1828, *lisez* mai 1838

Ibid., 16, en 1138, *lisez* en 1838

Ibid., 21, de leur rotation, *lisez* de leur révolution

748, 35, Ces cinq, *lisez* Ces quatre

777, 33, 30 octobre, *lisez* 3 octobre

803, 34, $C^{84}H^{56}O^{15}$, *lisez* $C^{42}H^{28}O^{15}$

842, 2, bossuée, *lisez* bosselée

843, 11, du voyageur, *lisez* d'un voyageur

846, 16, 6585, *lisez* 6,585 (6 oscillations et demie environ)

847, 10, au-dessus, *lisez* au-dessous

848, 7, seront-elles, *lisez* seraient-elles

898, 28, remplacer, dans les usages de la médecine, le *sulfate de quinine* par l'*acétate* de la même base, *lisez* remplacer, dans les usages de la médecine, le *sulfate de quinine* par le *lactate* de la même base

900, 4 et 6, M. Duperré, *lisez* M. Duperrey

1112, 23, MM. Arago, Mathieu et Gambey, *lisez* MM. Arago, Mathieu et Duperrey.